www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

4e JAARGANG NUMMER 12 DECEMBER 1939

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

BUISVORMIGE LUMINESCENTIELAMPEN

door P. SCHOUWSTRA en G. ZECHER.

621.327.3 : 535.37

Door toepassing van luminesceerende stoffen is uit de lage druk kwikontlading, die op zichzelf een laag lichtrendement heeft, een lichtbron met behoorlijk rendement (bruto 30 lm/W) ontwikkeld. Kenmerkend voor deze lichtbron, waarvan de ontwikkeling en de eigenschappen in dit artikel worden besproken, is de zeer langgerekte vorm en de lage helderheid, die haar speciaal geschikt maken voor decoratieve verlichtingen. Als toepassingsvoorbeeld wordt een serieschakeling beschreven, waarbij negen lampen, met een totale lengte van 18 m, worden aangesloten op een hoogspanningstransformator. (Het bedrijven van lampen op laagspanning zal later worden behandeld.) De lampen worden in twee soorten gemaakt, waarvan de één een met gloeilampenlicht te vergelijken licht levert, terwijl de andere meer het daglicht benadert.

De zuilontlading in kwikdamp van lage druk vindt reeds sedert lang toepassing in de bekende blauwe lichtreclamebuizen. Bij de zeer lage kwikdruk in deze buizen (minder dan 0,01 mm) bestaat de geëmitteerde straling hoofdzakelijk uit de ultraviolette resonantielijn 2537 Å, terwijl de spectraallijnen in het zichtbare gebied slechts betrekkelijk zwak ontwikkeld zijn. Dat dienovereenkomstig het rendement der buizen gering is, speelde bij de toepassing voor reclamedoeleinden geen rol, daar het hierbij immers niet om een verlichting ging, maar om de attractie, die verkregen werd door de opvallende kleur en de mogelijkheid van willekeurige vormgeving.

In een vroeger artikel is nu uiteengezet [1]), hoe men met behulp van luminesceerende stoffen, zooals bepaalde silicaten, wolframaten en boraten, de ultraviolette straling kan omzetten in een breede continue band in het zichtbare spectraalgebied. Hierdoor kan de lichtopbrengst van de lage druk kwikontlading zoodanig worden verbeterd, dat een lichtbron verkregen wordt, die ook voor verlichtingsdoeleinden bruikbaar is. We willen hier een beschrijving geven van de luminescentielampen, die op deze grondslag zijn ontwikkeld.

Vorm en constructie

De luminesceerende stoffen, die in deze lampen zijn gebruikt, worden vooral door straling in het spectrale gebied van de genoemde kwiklijn 2537 Å tot fluoresceeren gebracht. Men zal dus de kwikdruk zoodanig kiezen, dat deze lijn met maximale intensiteit wordt geëmitteerd, en het blijkt, dat men de gewenschte optimale kwikdruk verkrijgt in verzadigde kwikdamp van ongeveer 40 °C. Om de gewenschte kwikdruk te verwezenlijken, zou men kunnen zorgen, dat er in de lichtbron een koudste plaats van de genoemde temperatuur aanwezig is. In het geval van de voor het opwekken der resonantielijn speciaal gunstige zuilontlading, die van nature eenigszins langgerekt is, mag men echter niet zonder meer veronderstellen, dat de koudste plaats van de lamp de kwikdruk bepaalt. Tengevolge van de adsorptie aan het groote inwendige oppervlak van het luminesceerende poeder is nl. de diffusiesnelheid van het kwik door de zuil zeer klein. Men zal dus door geschikte dimensionneering er voor moeten zorgen, dat niet alleen één plaats, maar de geheele wand van de zuil de genoemde lage temperatuur van 40 °C heeft.

De verbetering van het rendement ten opzichte van de oude reclamebuizen is op zichzelf nog niet voldoende om tot een economische lichtbron te geraken: er is ook een bepaalde minimale lichtstroom per lamp noodig, opdat het vereischte aantal lichtbronnen voor een bepaalde totale lichtstroom niet te groot wordt. Vergeleken bij de reclamelichtbuizen, die weinig licht geven (60 lm/m), werd derhalve de stroomsterkte, en daarmede het opgenomen vermogen, hooger opgevoerd.

Het grootere vermogen in verband met de vereischte betrekkelijk lage wandtemperatuur heeft tot consequentie, dat voor behoorlijke warmteafgifte door de wand van de ontlading gezorgd

[1]) W. Uyterhoeven en G. Zecher, Lage druk kwikontlading met luminesceerende wand, Philips techn. T. 3, 277, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

moet worden, hetgeen beteekent, dat het warmte-afgevend oppervlak voldoende groot moet worden. Men zou kunnen trachten dit te bereiken door vergrooten van de diameter; hierbij stuit men echter spoedig op glastechnische bezwaren, en bovendien daalt de brandspanning, hetgeen in verband met het aanpassen aan de gegeven netspanning ongewenscht is. Men moet dus het vereischte oppervlak verkrijgen door vergrooten van de lengte der zuil. Zoo komt men, om andere redenen dan bij de reclame-lichtbuizen, er wederom toe, de lampen buitengewoon lang te maken. Dergelijke langgerekte lichtbronnen zijn den binnenhuis-architect reeds welbekend en worden veelal voor decoratieve verlichting toegepast. Aangezien bij de luminescentielampen in eerste instantie aan soortgelijke toepassingen is gedacht en hierbij in het algemeen een lage helderheid der lichtbronnen gewenscht is, zijn zij ook voor een lage helderheid geconstrueerd. Met name is door deze eisch een grens gesteld aan het opvoeren van de stroomsterkte (zie hierboven). De verkregen helderheid bedraagt 0,3 K/cm² bij een stroomsterkte van 250 mA. (In de lichtreclame-buizen is de stroomsterkte slechts 50 mA.)

Fig. 1. De luminescentielamp HTL 200 is 2 m lang en heeft een diameter van 35 mm. De electroden zijn in zijbuisjes ondergebracht.

In de practische uitvoering hebben de lampen bijv. de in *fig. 1* weergegeven vorm. Hier is een lamp van 2 m lengte en 35 mm diameter afgebeeld. Het zeer fijnkorrelige fluoresceerende poeder is met een bindmiddel zeer gelijkmatig en in een dichte laag op de binnenwand aangebracht, zoodat de indruk van een opaalglazen buis ontstaat. De electroden voor de stroomtoevoer zijn hier in zijbuisjes ondergebracht, zoodat bij gebruik van verscheidene lampen (zie hieronder) lange doorloopende lijnen gevormd kunnen worden.

Een belangrijk punt in de constructie vormt de te gebruiken kathode. In de oude lichtreclame-buizen was dit een metalen cylinder, waarop bij de ontlading een glimlicht ontstond. Vlak vóór de kathode treedt hierbij een potentiaalsprong op, de kathodeval [2]), die door het daaraan verbonden ionenbombardement nadeelige gevolgen kan hebben voor de levensduur van de lamp, vooral wanneer men in het gebied van de zg. anomale kathodeval komt. Men kan dit vermijden door de stroomdichtheid te beperken, dwz. de kathode een groot oppervlak te geven, en door een edelgas aan de kwikdamp toe te voegen, met een druk van ongeveer 1 cm. Beide maatregelen worden bij de lichtreclame-buizen toegepast, zijn echter voor de luminescentielampen niet zeer geschikt. De eerste zou tot onhandig groote afmetingen van de kathode leiden, daar de stroomsterkte in deze lampen zooveel grooter is dan in de reclamebuizen, de tweede maatregel heeft een ongunstige invloed op de ontwikkeling van de resonantielijn van het kwik.

In de luminescentielampen wordt derhalve een kathode gebruikt in de vorm van een met bariumoxyde bedekte spiraal, die door het ionenbombardement van de kathodeval wordt verhit en electronen gaat emitteeren, waardoor de kathodeval sterk daalt. Zoodoende kan de kathode klein gehouden worden (zie *fig. 2*) en kan de druk van de edelgasvulling aanzienlijk lager worden gekozen.

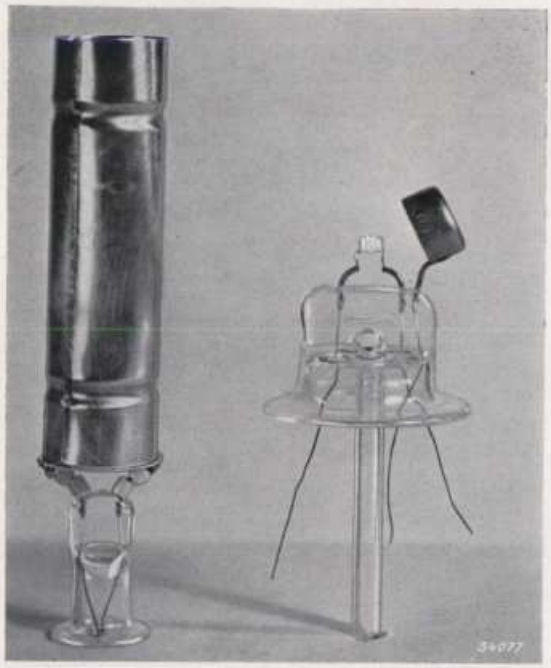


Fig. 2. Kathode van een lichtreclame-buis (links) en kathode van de HTL 200. Het kapje, dat de spiraal omgeeft, is voor het maken van de foto een beetje opzij gebogen.

Toepassing in een serieschakeling

Aangezien dergelijke lijnvormige lichtbronnen, zooals reeds aangestipt, speciaal geschikt zijn voor verlichtingen, waarbij tevens naar een decoratief effect wordt gestreefd, komen de luminescentielampen vooral in aanmerking voor toepassing in zalen, in restaurants, in warenhuizen enz. Deze toepassingen brengen met zich mede, dat in het algemeen een aantal lichtbuizen tegelijk gebruikt zal worden, bijv. voor het vormen van lange lichtende lijnen (zie *fig. 3*). Voor dergelijke installaties

[2]) Zie hierover bijv.: M. J. Druyvesteyn en J. G. W. Mulder, Physische grondslagen van met gas gevulde gelijkrichters met gloeikathode, Philips techn. T. **2**, 122, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

kan een serieschakeling der lampen worden toegepast. De lage druk kwikontlading vereischt, evenals alle andere gasontladingslampen, bij de aansluiting op het net een voorschakelapparatuur ter begrenzing van de stroomsterkte. Schakelt men een aantal lampen in serie, dan heeft men voor alle

Fig. 3. Installatie van een reeks van luminescentielampen in een warenhuis.

slechts één voorschakelapparaat noodig. Voor de genoemde toepassingen is derhalve een hoogspanningstransformator (lektransformator) ontworpen, die secundair een open spanning van 6000 V levert. Het middenpunt van de wikkeling is geaard, zoodat de maximale spanning tegen aarde 3000 V bedraagt. Op deze transformator kunnen negen lampen met een totale lengte van 18 m in serie worden aangesloten. De ontsteking der ontladingen vereischt hierbij geen speciale maatregelen, daar de benoodigde ontsteekspanning onder ongunstige omstandigheden (lage omgevingstemperatuur) hoogstens tot 600 V per lamp kan oploopen. De brandspanning bedraagt 260 V per lamp.

Er kunnen ook minder dan negen lampen op de transformator worden aangesloten; hiervoor zijn een aantal aftakkingen aan de primaire zijde aangebracht, waardoor ook dan de ontladingsstroomsterkte binnen de vereischte grenzen wordt gehouden.

Het totale verbruik van een installatie van 18 m lamplengte en 250 mA lampstroom bedraagt 600 W, d.i. 33,5 W per strekkende meter. Daar elke lamp van 2 m lengte een lichtstroom van 2000 lm levert, is het rendement bij volledig gebruikte transformator 30 lm/W. Ter vergelijking zij gememoreerd, dat het rendement van een gloeilamp van 2000 lm ongeveer 13,5 lm/W bedraagt. Bij minder dan 18 m lengte der aangesloten lampen wordt het rendement minder gunstig. Voor kleine projecten en voor het bedrijven van slechts een enkele lamp kiest men derhalve een andere oplossing, waarop binnenkort in dit tijdschrift zal worden teruggekomen.

Eigenschappen van de lichtbuizen

De kleur van het licht

De toepassing van de fluoresceerende stoffen levert niet alleen een verbetering van het rendement, maar veroorlooft tevens, invloed uit te oefenen op de kleur van het verkregen licht. De groote verscheidenheid in de emissiespectra der fluoresceerende stoffen — het fluorescentielicht van cadmiumsilicaten en -boraten bijv. is rose, dat van zinkberylliumsilicaten geel tot rose, van zinksilicaat groen, van magnesiumwolframaat blauw, enz. — en de mogelijkheid om de poeders van deze stoffen in iedere gewenschte mengverhouding op de buiswand aan te brengen maken, dat hier een veel grootere variatie van tinten verkregen kan worden

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

dan met welke andere der bestaande lichtbronnen ook. Met name kan „wit" licht verkregen worden, zonder dat hiervoor een of ander spectraal gedeelte van de nuttige lichtstroom met absorptieglazen behoeft te worden vernietigd. Van de tallooze tinten, die tusschen het „koude" daglicht, dat rijk aan blauw is, en het „warme", geel of rose gekleurde licht van schemerlampen verwezenlijkt kunnen worden, zijn voorloopig twee soorten gekozen: één geelachtig-wit licht, dat vergeleken kan

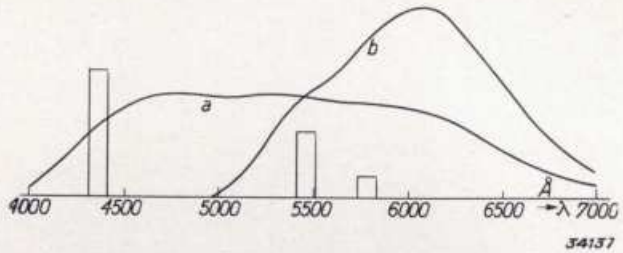


Fig. 4. Spectrale energieverdeeling van de twee soorten van de HTL 200. De lijnen van het kwikspectrum zijn met een willekeurige breedte geteekend. Hun oppervlak geeft de energie. a) Daglicht-lamp. b) Geelachtig-witte lamp.

worden met het licht van gloeilampen, en een licht, dat het daglicht benadert.

In *fig. 4* is de spectrale energieverdeeling voor beide soorten lampen weergegeven. *Fig. 5* toont de lichtverdeelingskrommen, die uit de krommen van fig. 4 ontstaan door vermenigvuldiging van elke ordinaat met de bij die golflengte behoorende ooggevoeligheid. In beide figuren is de bijdrage van het fluorescentie-spectrum en van de kwiklijnen afzonderlijk geteekend. (De absolute bijdrage der kwiklijnen is voor beide lampen ongeveer dezelfde.) Het licht van de kwiklijnen vertegenwoordigt nog slechts ongeveer 10% van het totale licht. Voor het beoordeelen van de kleur geven we in de onderstaande tabel de lichtverdeeling, die men vindt bij toepassing der vakjesindeeling van het spectrum, die in dit tijdschrift reeds herhaaldelijk is gebruikt en toegelicht [3]).

Een gunstige eigenschap der luminescentielampen is ook het ontbreken van elk hinderlijk flikkeren. Terwijl de lichtreclame-buizen, die we hier reeds herhaaldelijk ter vergelijking hebben genoemd, in het rhythme van de voedende wisselstroom geheel uitdooven en herontsteken, wordt door het nalichten van de luminesceerende poeders in de luminescentielampen de periode van het dooven der ontlading afdoende overbrugd. Het flikkeren is hier dan ook nauwelijks sterker dan bij een gloeilamp (zie ook het onder [1]) aangehaalde artikel).

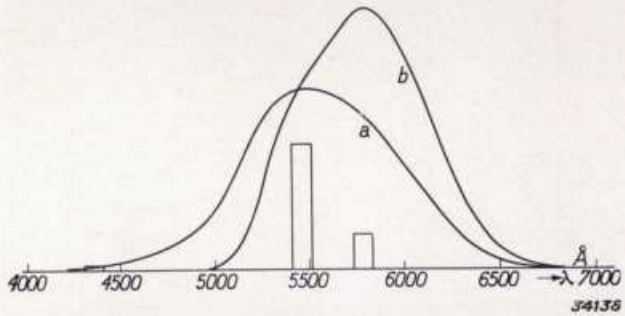


Fig. 5. Spectrale lichtverdeeling van de twee soorten van de HTL 200. a) Daglicht-lamp. b) Geelachtig-witte lamp.

Gevoeligheid voor verandering der bedrijfscondities

Zooals reeds werd vermeld, is voor het zoo gunstig mogelijk opwekken van de resonantielijn 2537 Å van het kwik een temperatuur van de glaswand van ca. 40 °C gewenscht. Verandert deze temperatuur, dan verloopt de intensiteit der genoemde lijn volgens de in *fig. 6* weergegeven kromme. Men ziet, dat een schommeling van de temperatuur der glaswand met 10 of 20° reeds een aanzienlijke achteruitgang van de intensiteit der resonantielijn en daarmee van de lichtopbrengst veroorzaakt. De lamp is nu zoo geconstrueerd, dat bij een om-

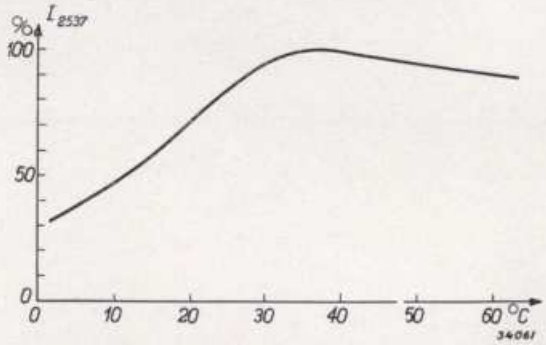


Fig. 6. Emissie van de kwiklijn 2537 Å in de HTL 200 als functie van de temperatuur van de buiswand. De lamp werd voor deze metingen in een thermostaat gehouden. De optimale emissie (hier gelijk 100% gesteld) treedt bij ongeveer 40 °C op.

[3]) Over de meetmethode en de toepassing zie P. M. van Alphen, Een fotometer voor het onderzoek van de kleurweergave van verschillende lichtbronnen, Philips techn. T. 4, 71, 1939.

Vakjes (grenzen in Å)	4000	1	4200	2	4400	3	4600	4	5100	5	5600	6	6100	7	6600	8	7200
Daglicht		0,025		0,26		0,91		11,1		40,8		36,2		9,9		0,73	
HTL-daglicht		0,015		0,30		0,65		9,4		47,0		33,0		7,6		2,03	
Gloeilamp		0,005		0,058		0,25		5,4		33,5		42,7		16,6		1,54	
HTL-geelachtig-wit		0,003		0,15		0,05		0,46		33,0		50,6		15,2		0,58	

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gevingstemperatuur van 20 °C de glaswand juist een temperatuur van 40 °C aanneemt. Bij een verandering van de omgevingstemperatuur varieert echter de temperatuur van de glaswand in veel geringere mate, zooals door *fig. 7* wordt aangetoond.

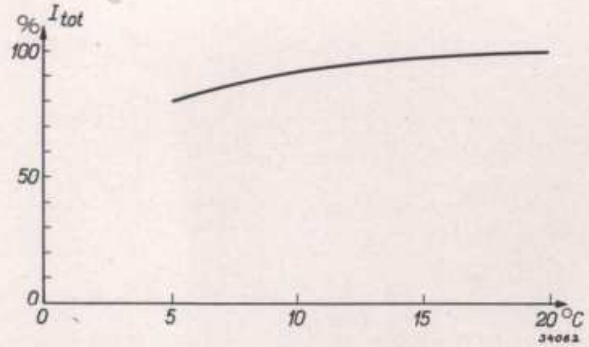


Fig. 7. Lichtsterkte van de HTL 200 als functie van de omgevingstemperatuur, binnenshuis opgenomen. De temperatuur van de glaswand varieert veel minder dan de omgevingstemperatuur, zoolang geen warmteafvoer door convectie plaatsvindt.

Hier is de lichtstroom, die de lamp levert, als functie van de omgevingstemperatuur uitgezet. Is deze laatste op 5 °C gedaald, dan bedraagt de lichtopbrengst nog steeds 80% van de normale waarde. De kromme geldt voor het geval, dat de warmteafgifte alleen door straling en geleiding geschiedt. Komt er convectie bij, doordat bijv. wind op de lamp staat, dan volgt de glaswand in veel grootere mate de schommelingen der omgevingstemperatuur en kan de lichtstroom sterk dalen. Dit is de reden, waarom de luminescentielampen in hoofdzaak alleen in aanmerking komen voor gebruik binnenshuis.

Onmiddellijk na het ontsteken is de kwikdruk kleiner dan de optimale. In fig. 6 kan men aflezen, dat op dit moment, bij een wandtemperatuur van ongeveer 18 °C, de lichtstroom ongeveer 60% van de maximale waarde bedraagt. Na $^1/_2$ minuut is hij reeds tot 90% gestegen, terwijl de eindwaarde na ongeveer 3 minuten wordt bereikt.

Een belangrijk voordeel van de luminescentielampen ten opzichte van de gloeilamp is de geringe gevoeligheid voor schommelingen van de netspanning. In *fig. 8* is weergegeven, hoe de verschillende gegevens van de lamp met de netspanning varieeren. Met verhoogde netspanning stijgt de lampstroom, de brandspanning echter daalt, zoodat het opgenomen vermogen slechts betrekkelijk weinig toeneemt. Het rendement is in het normale gebied practisch onveranderlijk, zoodat dus ook de lichtstroom slechts weinig varieert: verhooging of verlaging der netspanning met 10% veroorzaakt een vermeerdering resp. vermindering van de lichtstroom van eveneens 10%. Bij de gloeilamp zouden de overeenkomstige schommelingen van het licht ongeveer 30-40% bedragen!

Op de levensduur der buislampen zijn dergelijke spanningsschommelingen, zeer in tegenstelling met wat men bij de gloeilamp constateert, van geenerlei invloed. De levensduur is alleen door de volgende twee verschijnselen beperkt. In de eerste plaats wordt de emitteerende laag der kathoden verbruikt. Vooral vaak in- en uitschakelen heeft in dit opzicht een ongunstige invloed. Bij normale schakelfrequentie kan, wat de electroden betreft, op een levensduur van 2000 branduren worden gerekend. In deze tijd treedt echter reeds, als tweede oorzaak der beperking van de levensduur, een zekere achteruitgang van de lichtstroom op tengevolge van een zwarting, analoog aan die, welke men bij gloeilampen waarneemt. Bij de luminescentielampen berust deze zwarting op het neerslaan van kwikionen uit de ontlading op de fluoresceerende laag, waarmede de binnenzijde der glaswand is bedekt. De kwikneerslag absorbeert een gedeelte van de ultraviolette straling, die de fluorescentie opwekt, vandaar het lichtverlies. Het proces van het neerslaan, dat in het begin het snelst verloopt en derhalve voor een belangrijk gedeelte reeds na het normale proefbranden van elke lamp is afgeloopen, hangt van de soort van het fluoresceerend poeder af. Bij de lamp van daglichtkleur is de zwarting het geringst.

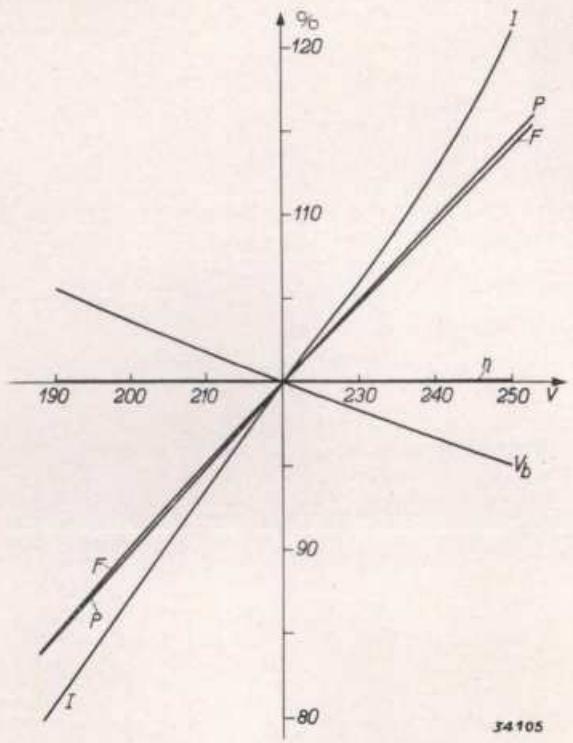


Fig. 8. Relatieve verandering van lampstroom I, brandspanning V_b, opgenomen vermogen P, rendement η en lichtstroom F als functie van de netspanning (normaal 220 V).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

TELEVISIE-ONTVANGTOESTELLEN

621.397.62

Het reeds eerder beschreven televisie-ontvangtoestel kon verbeterd en vereenvoudigd worden door gebruik te maken van nieuwe onderdeelen, o.a. versterkerbuizen met secundaire emissie, relaisbuizen en kathodestraalbuizen met magnetische afbuiging. In dit artikel worden de meest belangwekkende details van de nieuwe uitvoering beschreven.

Ruim twee jaar geleden werd in dit tijdschrift [1]) een televisie-ontvangtoestel beschreven, dat ingericht was voor ontvangst van de zender der British Broadcasting Corporation in Londen. Aan de ontwikkeling van dit toestel is inmiddels verder gewerkt, waarbij het mogelijk is gebleken om de schakeling door gebruik van intusschen verbeterde onderdeelen belangrijk te vereenvoudigen en geschikt te maken voor serie-fabricage.

De nieuwe televisie-ontvangtoestellen, die in het volgende beschreven zullen worden, zijn afgestemd op de zender in Londen (draaggolf van het beeld 45 megaperioden/seconde, draaggolf van het geluid 41,5 Mper/sec) resp. op de zender in Parijs (draaggolf van het beeld 46 Mper/sec, van het geluid 42 Mper/sec). Beide zenders werken met geïnterlinieerde aftasting. Het beeld van de Londensche zender heeft 405 lijnen, terwijl dat van de Parijsche zender 455 lijnen heeft.

[1]) Philips techn. T. **2**, 33, 1937.

Het televisie-signaal

De televisie-ontvanger moet het binnenkomende signaal versterken en detecteeren en daarbij splitsen in vier gedeelten: het eigenlijke beeldsignaal, het geluidsignaal, het beeldsynchronisatiesignaal en het lijnsynchronisatiesignaal. Het beeldsignaal wordt toegevoerd aan de regelelectrode van een kathodestraalbuis, het geluidsignaal wordt aan een luidspreker toegevoerd, de synchronisatiesignalen dienen voor het synchroniseeren van twee zaagtandgeneratoren, welke de stuurstroomen en zoodoende de velden leveren, die noodig zijn om door horizontale en verticale afbuiging van de electronenstraal het geheele beeldvlak te „beschrijven".

Om de gedachten te bepalen willen we nu eerst nagaan, hoe deze verschillende signalen in de mo-

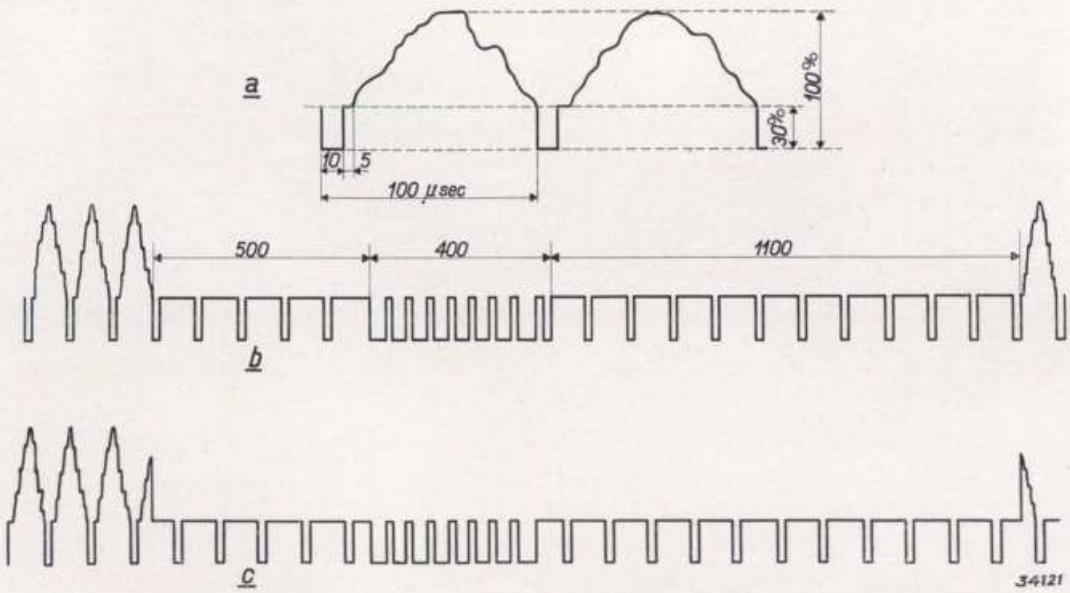


Fig. 1. Modulatie van het televisiesignaal. Het helderheidsgebied van zwart tot wit wordt weergegeven door een verandering van de amplitude tusschen 30 en 100%. In beeld a) ziet men het lijnsynchronisatiesignaal, dat bestaat uit een totale onderdrukking van het signaal gedurende 10 microseconden en een „zwart" signaal van 5 µsec, dat gewenscht is, om de terugslag van de electronenstraal na het teekenen van een lijn onzichtbaar te maken. In de diagrammen b) en c) zijn resp. het oneven en het even beeldsynchronisatiesignaal weergegeven. De duur van deze signalen bedraagt 400 µsec, terwijl de beeldmodulatie telkens over een interval van 2000 µsec is onderdrukt. Het beeldsynchronisatiesignaal is onderbroken door een aantal impulsen, die voor de lijnsynchronisatie blijven zorgen. Zooals men ziet, zijn er dubbel zooveel impulsen tijdens het beeldsynchronisatiesignaal als noodzakelijk is voor de lijnsynchronisatie. Hierdoor is bereikt, dat de even en oneven signalen er practisch hetzelfde uitzien, hetgeen gewenscht is, omdat anders kans bestaat, dat de twee rasters van het geïnterlinieerde beeld ten opzichte van elkaar verschuiven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

dulatie van de televisiezender zijn verwerkt. Wij kunnen ons hierbij beperken tot het beeldsignaal, aangezien het geluid op een aparte draaggolf op de gewone wijze is gemoduleerd.

In *fig. 1* is de modulatie van het beeldsignaal voor de Londensche zender weergegeven. De ordinaten geven de amplitude van de draaggolf in procenten van de maximale amplitude. Voor plaatsen, waar het beeldvlak donker is, heeft de draaggolf een amplitude van 30%. Met toenemende helderheid wordt de amplitude grooter, tot 100%.

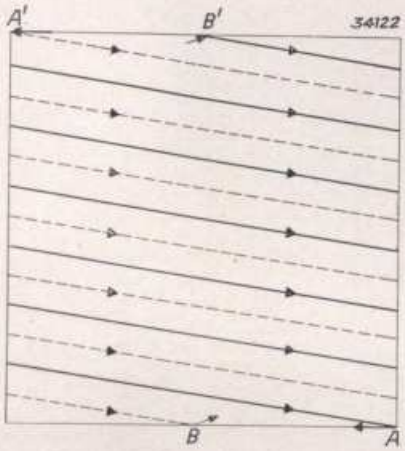


Fig. 2. Geïnterlinieerde aftasting. Het „oneven" beeldsynchronisatiesignaal begint aan het eind van een lijn, het „even" beeldsynchronisatiesignaal begint in het midden van een lijn. Bij de terugslag van A naar A' resp. van B naar B' is de electronenstraal onderdrukt.

Telkens wanneer een lijn van het beeld is geschreven, valt de amplitude van de draaggolf even op nul (lijnsynchronisatie). Dit geschiedt dus $405 \cdot 25 \approx 10\,000$ keer per seconde. Bovendien vindt 50 maal per seconde een beeldsynchronisatie plaats, waarbij men in verband met de interlinieering (zie *fig. 2*) nog onderscheid moet maken tusschen het raster van de even lijnen en het raster van de oneven lijnen. Het opteekenen van deze rasters wordt ingeleid door iets verschillende synchronisatiesignalen. Een „oneven" beeldsynchronisatiesignaal is in fig. 1*b*, een „even" beeldsynchronisatiesignaal in fig. 1*c* aangegeven. Beide bestaan in hoofdzaak, evenals het lijnsynchronisatiesignaal, uit een onderbreking van de draaggolf, die echter langer duurt, nl. een tijd, waarin vier lijnen worden geschreven. Voor verdere details zie men het bijschrift van fig. 1.

Schema van de ontvanger

Fig. 3 is een zeer vereenvoudigd schema van de televisie-ontvanger. Iedere vacuumbuis is door een cirkel aangeduid, terwijl de overige schakelelementen zijn weggelaten. Beeld- en geluidsignalen worden opgevangen door de antenne A en gemeenschappelijk versterkt in de eerste versterkertrap. Daarna worden de signalen toegevoerd aan de mengtrap, bestaande uit twee triode-hexoden.

De op middenfrequentie getransponeerde signalen worden gescheiden in geluidsignalen met een frequentie van ca. 9,7 Mper/sec en de band van beeld- en synchronisatiesignalen, die zich uitstrekt van 10,4 tot 13,2 Mper/sec.

De geluidsignalen worden middenfrequent versterkt, gedetecteerd, laagfrequent versterkt en toegevoerd aan de luidspreker L.

De beeld- en synchronisatiesignalen worden versterkt door een breede band versterker van twee trappen (S_{b_1}, S_{b_2}). Daarna worden ze gedetecteerd door middel van de diode D_b en hierna onmiddellijk toegevoerd aan de regelelectrode g van de kathodestraalbuis. De synchronisatiesignalen worden met

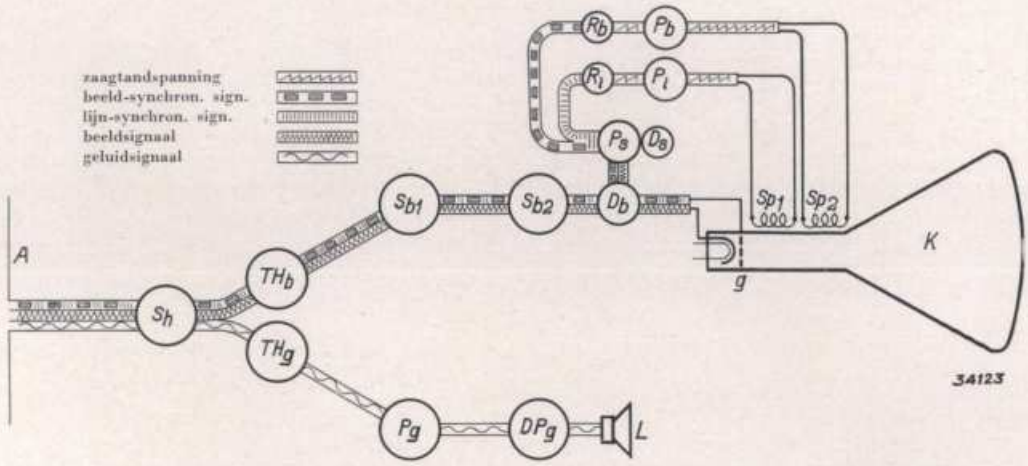


Fig. 3. Versterking van het televisiesignaal en successievelijke scheiding in geluid-, beeld-, lijnsynchronisatie- en beeldsynchronisatiesignaal. A antenne, S versterkerbuizen met secundaire emissie, TH triode-hexoden, P penthoden, D dioden, R relaisbuizen, Sp spoelen, K kathodestraalbuis, L luidspreker.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

behulp van de trap P_sD_s gescheiden van de beeldsignalen en worden daarna toegevoerd aan de zaagtandgeneratoren voor lijn en beeld, die elk bestaan uit twee trappen. Deze bekrachtigen met hun uitgangssignalen de spoelen S_{p_1} en S_{p_2} voor de horizontale resp. verticale afbuiging.

Vergelijkt men de schakeling met het schema, dat twee jaar geleden voor de televisie-ontvanger werd aangegeven, dan valt in de eerste plaats een sterke vermindering van het aantal buizen op. De middenfrequente beeldsignalen, die vroeger in drie trappen versterkt werden, worden nu in twee trappen versterkt; de middenfrequente geluidsignalen worden nu slechts in één trap versterkt, terwijl hiervoor vroeger twee trappen noodig waren. Ook bij de versterking van de synchronisatiesignalen en bij de constructie van de zaagtandgeneratoren werd het aantal buizen verminderd.

Deze besparing is in de eerste plaats mogelijk geworden door het gebruik van versterkerbuizen met secundaire emissie. Deze buizen hebben een steilheid van 13 mA/V, een waarde, die zonder toepassing van secundaire emissie niet zoo gemakkelijk te bereiken is [2]). Een verdere besparing van buizen werd bereikt door in de zaagtandgeneratoren relaisbuizen toe te passen, terwijl tenslotte ook de schakeling, die de synchronisatiesignalen scheidt van de beeldsignalen, minder buizen vereischt dan die, welke twee jaar geleden werd aangegeven.

Wij willen nu verder ingaan op enkele belangwekkende details van de schakeling.

De mengtrap

De mengtrap heeft de taak, de modulatie van het geluid en het beeld over te brengen op een nieuwe draaggolf. Het is gewenscht om hierbij tevens reeds beeld en geluid van elkaar te scheiden. In de keten van het geluid kunnen dan nl. selectieve resonantiekringen worden toegepast, zoodat een veel hoogere versterkingsfactor kan worden bereikt dan bij de versterking van de breede frequentieband, die de beeldsignalen beslaan.

Fig. 4 laat zien, hoe deze scheiding is bewerkstelligd. De ingangsschakeling, bestaande uit de spoelen L_1, L_2 en de condensator C, vormt een banddoorlatend filter, waarvan de elementen dusdanig zijn gekozen, dat alleen de breede frequentieband van de beeldsignalen wordt doorgelaten naar de triode-hexode TH_b, terwijl de geluidsignalen sterk verzwakt worden. Dit filter wordt gevolgd door de sperkring l c, die afgestemd is op de draaggolf van het geluidsignaal en deze draaggolf dus nog sterker onderdrukt. De spoelen L_1', L_2' en de condensator C' vormen een tweede banddoorlatend filter, dat afgestemd is op de smalle frequentieband van het geluidsignaal en dat dit signaal doorgeeft aan het rooster van de tweede triode-hexode TH_g.

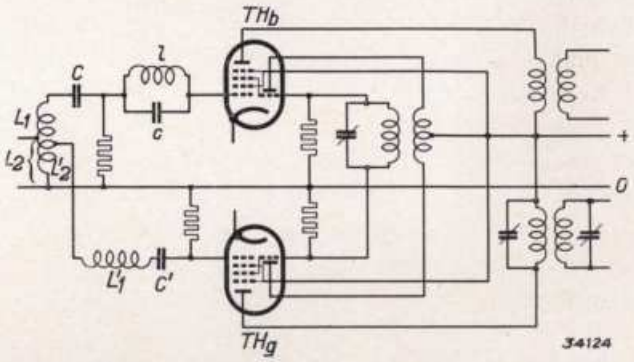


Fig. 4. Schakeling van de mengtrap. De elementen L_1, L_2, C, l, c, L_1', C' dienen om de geluidsignalen, die naar het rooster van de triode-hexode TH_g gaan, te scheiden van de beeldsignalen, die naar het rooster van de triode-hexode TH_b gaan.

De oscillatorgedeelten van de beide triode-hexoden worden met behulp van eenzelfde trillingskring tot oscilleeren gebracht. De schakeling is in de figuur aangegeven en laat zien, dat de spanningen op de oscillatorroosters in tegenfase varieeren.

De anodeketens van de hexode-gedeelten, waarin de mengfrequentie wordt gevormd, zijn voor beeld en geluid verschillend: het beeldsignaal, dat een breede frequentieband beslaat, wordt door middel van een transformator overgebracht naar de volgende trap. Het geluidsignaal wordt selectief versterkt door middel van een afstemkring, die samen met de hieraan gekoppelde kring een filter vormt met een doorlaatgebied van 40 kper/sec.

De middenfrequentie-versterking van het beeldsignaal

In het algemeen kan men zeggen, dat het des te moeilijker is een groote versterking met een enkele buis te bereiken, naarmate een grooter frequentiegebied moet worden versterkt. In een vroeger artikel in dit tijdschrift [3]), waarin de versterker van een kathodestraaloscillograaf werd beschreven, werden parasitaire capaciteiten (in hoofdzaak de ingangs- en uitgangscapaciteiten van radiobuizen) aangewezen als oorzaken van de moeilijkheden,

[2]) Over buizen met secundaire emissie, zie Philips techn. T. **3**, 141, 1938. Het toepassen van secundaire emissie heeft voornamelijk het voordeel, dat een bepaalde anodestroom met een kleinere kathode kan worden verkregen, dan wanneer de stroom geheel door thermische electronenemissie moet worden opgewekt. Door de verkleining van de afmetingen wordt ook de ingangscapaciteit verlaagd, hetgeen voor het versterken van breede frequentiebanden een belangrijk voordeel beteekent.

[3]) Philips techn. T. **4**, 210, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

welke bij het versterken van een breede frequentieband optreden. Tevens werd in dat artikel nagegaan, hoe men de koppelelementen tusschen twee buizen moet kiezen om een zoo hoog mogelijke versterking te bereiken, die constant is voor frequenties van ca. 10 per/sec tot 1 Mper/sec.

Wij hebben hier te maken met een iets ander geval: de versterking moet eveneens constant zijn over een breede frequentieband, die echter tusschen twee hooge frequenties van ongeveer 10 en 13 Mper/sec is gelegen. Toch kunnen wij hier profijt trekken van de toen gevonden schakelingen door gebruik te maken van de volgende stelling:

Gegeven een netwerk, bestaande uit capaciteiten C_1, zelfinducties L_1 en weerstanden R_1. Indien wij in dit netwerk parallel aan elke capaciteit C_1 een zelfinductie L_2 schakelen en in serie met elke zelfinductie L_1 een capaciteit C_2, waarbij wij de grootheden L_2 en C_2 dusdanig kiezen, dat de takken afgestemd worden op een frequentie ν_0, dus

$$C_1 L_2 = L_1 C_2 = \left(\frac{1}{2\pi\nu_0}\right)^2,$$

dan heeft het zoo gevormde nieuwe netwerk bij de frequenties:

$$\left.\begin{aligned} \nu_1' &= \sqrt{\nu_0^2 + \frac{\nu^2}{4}} + {}^1/_2\,\nu \\ \nu_2' &= \sqrt{\nu_0^2 + \frac{\nu^2}{4}} - {}^1/_2\,\nu \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

dezelfde absolute waarden van de impedanties als het oude netwerk bij de frequentie ν.

Om het bewijs te voeren is het voldoende de impedantie te berekenen van een tak, die in het oude netwerk alleen een zelfinductie resp. een capaciteit bevat (de weerstanden blijven ongewijzigd). De zelfinductie gaat over in een serieschakeling van zelfinductie en capaciteit, afgestemd op ν_0. Men vindt dan bij een frequentie ν_1 voor de absolute waarde van de impedantie

$$|Z| = 2\pi \left|\left(\nu' - \frac{\nu_0^2}{\nu'}\right)\right| L$$

en indien men hierin ν' volgens verg. (1) invult, verkrijgt men:

$$|Z| = 2\pi\nu L,$$

dus dezelfde waarde als in het oude netwerk bij de frequentie ν. Een soortgelijke rekening kan men ook uitvoeren voor de capacitieve takken van het oude netwerk; het is daarbij doelmatig, de admittantie te berekenen en niet de impedantie.

Wanneer het oude netwerk een frequentiekarakteristiek heeft, welke vlak verloopt tot een maximale frequentie ν, dan zal de frequentie-karakteristiek van het nieuwe netwerk vlak verloopen tusschen twee frequenties ν_1' en ν_2', waarbij volgens verg. (1):

$$\nu_1' - \nu_2' = \nu.$$

De grootte van het vlakke frequentiegebied blijft dus ongewijzigd, alleen wordt dit gebied naar hooge frequenties toe verschoven.

Aan de hand van *fig. 5* willen wij met behulp van deze stelling de koppeling van twee opeenvolgende versterkerbuizen in de breede bandversterker verklaren. Fig. 5*a* is in principe een weerstandsversterker, die een vlakke karakteristiek heeft in een frequentiegebied, dat met zeer lage frequenties begint en waarvan de bovenste grens gegeven is door de electrodecapaciteiten van de radiobuizen, welke de weerstand R voor zeer hooge frequenties kortsluiten. De zelfinductie L houdt het afvallen van de versterking met toenemende frequentie in zekere mate tegen, doordat ze de anode-impedantie met toenemende frequentie vergroot.

Fig. 5*b* is het vervangingsschema voor de koppelelementen van de weerstandsversterker. Fig. 5*c* is het hieruit afgeleide vervangingsschema van de breede-bandversterker, waarin C_1 en M waarden hebben, welke voldoen aan de boven fig. 5*c* aangegeven formule. Fig. 5*d* is de schakeling, die met dit vervangingsschema overeenkomt.

Tusschen de schakeling en het vervangingsschema bestaan twee punten van verschil, die echter geen afbreuk doen aan de electrische gelijk-

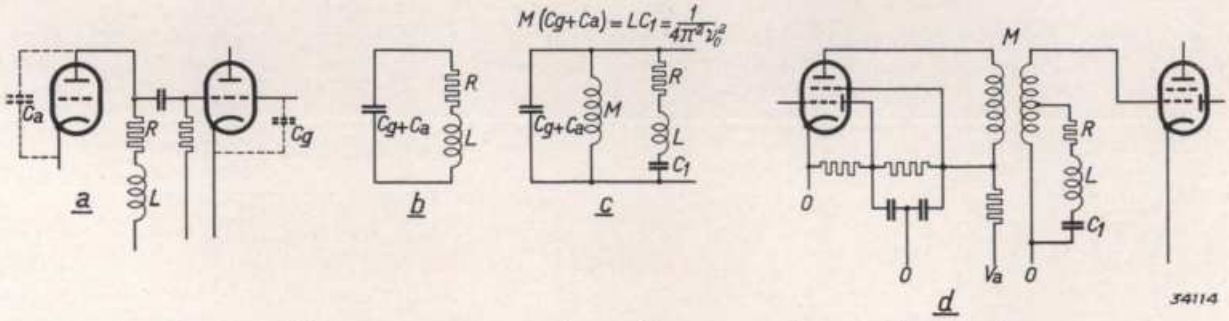


Fig. 5. a) Schema van een weerstandsversterker, waarvan de versterking voor hooge frequenties is opgevoerd door de zelfinductie L, b) vervangingsschema van de weerstandsversterker, c) vervangingsschema van een breede band versterker, dat uit b) is afgeleid, d) schakeling van de breede band versterker.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

waardigheid van beiden. Ten eerste is de zelfinductie M vervangen door de wederzijdsche inductie tusschen de spoelen van een transformator, ten tweede is de keten L, R, C_1 niet parallel geschakeld aan de geheele secundaire wikkeling van de transformator, maar aan een gedeelte ervan. Dit is gedaan, omdat anders de capaciteit C_1 een onpractisch kleine waarde (minder dan 1 $\mu\mu$F) zou moeten krijgen. In het weergegeven geval bedraagt deze capaciteit 4 $\mu\mu$F.

De anode-impedantie van de geheele schakeling heeft voor de gebruikte frequenties de vrij kleine waarde van 4000 ohm, waarmee dank zij de groote steilheid van de buizen een ca. 50-voudige versterking per trap wordt verkregen, welke constant is in een frequentiegebied van twee megaperioden per seconde.

De gelijkrichting van beeld- en synchronisatiesignalen

De beeldsignalen worden op de normale wijze gelijkgericht met behulp van een diode, zooals in *fig. 6a* schematisch is aangegeven. De verkregen

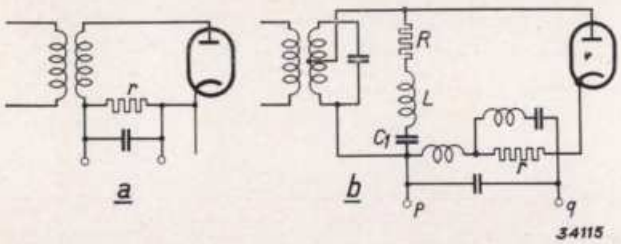


Fig. 6. a) Principe, b) uitvoering van de schakeling van de diode, die de videofrequente signalen detecteert. Door enkele schakelelementen in serie en parallel aan de weerstand r wordt getracht, de impedantie tusschen de punten p en q zoo constant mogelijk te maken voor de voorkomende videofrequenties. De schakelelementen R, L, C_1 hebben dezelfde beteekenis als in fig. 5.

„videofrequentspanning", die in het rhythme van de amplitude van het beeldsignaal wisselt, wordt direct naar de regelelectrode van de kathodestraalbuis gevoerd. In fig. 6*b* ziet men de practische uitvoering van de schakeling, die in het onderschrift nader is toegelicht.

De synchronisatiesignalen, die in de gelijkgerichte spanning eveneens aanwezig zijn, zijn nog niet voldoende sterk om de zaagtandgenerator te kunnen besturen. Derhalve worden deze signalen nog een keer versterkt, waarbij gelijktijdig de beeldsignalen worden geëlimineerd. Dit is schematisch voorgesteld in *fig. 7*. De gelijkgerichte beeld- en synchronisatiesignalen worden via een koppelcondensator C op het stuurrooster van de penthode P_s gebracht. De weerstand R_s en de diode D_s kunnen voorloopig buiten beschouwing worden gelaten. Het stuurrooster van de penthode P_s heeft een bepaalde negatieve voorspanning, welke verkregen is door in de kathodeleiding een weerstand te schakelen.

Laten we nu eerst het geval beschouwen, dat het beeldvlak donker is en dus op de klemmen p en q alleen een synchronisatiesignaal komt te staan, waarvan de grootte gelijk is aan de zoojuist genoemde negatieve voorspanning. De roosterspanning is dan tusschen de synchronisatiesignalen gelijk aan nul en heeft bij ieder signaal een negatieve piek, zooals in de figuur is aangegeven.

Wanneer nu behalve het synchronisatiesignaal ook een beeldsignaal aanwezig is, dan willen we liefst precies hetzelfde verloop van de roosterspanning verkrijgen. Dit is in de eerste instantie bereikt door de weerstand R_s. Het beeldsignaal maakt nl. het rooster positief, zoodat een roosterstroom begint te vloeien. Dit beteekent, dat de weerstand tusschen kathode en stuurrooster klein wordt tenopzichte van de weerstand R_s, zoodat slechts een klein gedeelte van de spanning tusschen q en p op het stuurrooster komt te staan. Het optreden van deze roosterstroom zou echter als gevolg hebben, dat de oorspronkelijk gekozen roostervóórspanning van de penthode P_s niet blijft bestaan. Elke keer, wanneer de roosterspanning positief wordt, loopt een stroom, die een negatieve lading op de condensator C brengt, zoodat de gemiddelde roosterspanning voortdurend lager zou worden. Om dit bezwaar op te heffen is parallel aan de weerstand R_p een diode D_s geschakeld, welke de lading van de rechter condensatorplaat onmiddelijk afleidt, wanneer de potentiaal van de rechter condensatorplaat negatief wordt tenopzichte van de anode der diode. Op deze

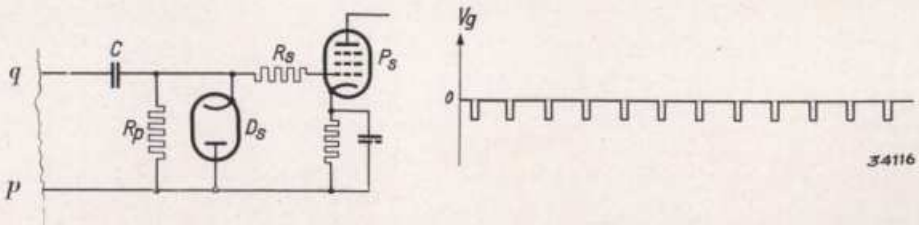


Fig. 7. Versterking van de synchronisatiesignalen en hun afscheiding van de beeldsignalen. Het diagram naast de schakeling vertoont het verloop van de roosterspanning ten opzichte van de kathode van de penthode.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

wijze is dus de invloed van het beeldsignaal op het verloop van de stuurroosterspanning practisch geheel geëlimineerd.

De zaagtandgeneratoren

De zaagtandspanning wordt opgewekt door middel van een zg. relaisbuis, d.i. een met gas gevulde triode, waarin een gasontlading optreedt bij een bepaalde anodespanning, die afhangt van de spanning op het rooster [4]).

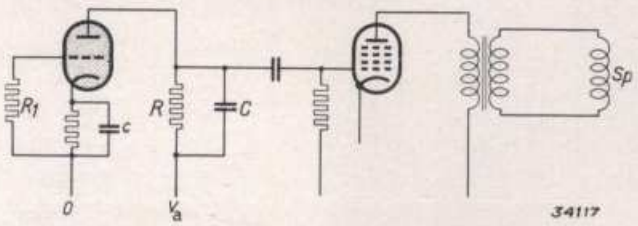


Fig. 8. Principeschakeling van een generator, die een zaagtandvormige stroom door de afbuigspoel *Sp* levert. Door middel van een relaisbuis wordt een relaxatietrilling opgewekt. Hierbij ontstaat over de condensator *C* een zaagtandvormige spanning, die met behulp van een penthode wordt versterkt.

In *fig. 8* is de schakeling van de zaagtandgenerator weergegeven. Wanneer de spanning V_a (ca. 300 volt) wordt ingeschakeld, slaat de relaisbuis door en de condensatoren *C* en *c*, welke via de relaisbuis in serie staan, worden geladen. Hierdoor daalt de anodespanning, terwijl tegelijkertijd de kathodespanning oploopt. Spoedig wordt het potentiaalverschil tusschen kathode en anode lager dan de brandspanning, zoodat de ontlading dooft. De lading van de condensator *C* vloeit nu geleidelijk af over de weerstand *R*, waardoor de spanning van de anode evenredig met de tijd toeneemt. Bij een spanning van enkele tientallen volts slaat de relaisbuis opnieuw door en het spel begint opnieuw.

De zoo verkregen zaagtandvormige spanning op de condensator *C* wordt door middel van een penthode versterkt; deze levert een zaagtandvormige stroom, welke aan een van de afbuigspoelen van de kathodestraalbuis wordt toegevoerd.

De synchronisatie van de zaagtandspanning wordt verkregen door op bepaalde oogenblikken de roosterspanning van de relaisbuis plotseling te verhoogen en op deze wijze een doorslag in te leiden. Dit geschiedt in het rhythme van de synchronisatiesignalen, waarbij door gebruik van geschikte schakelelementen moet worden gezorgd, dat de ééne zaagtandgenerator door de lijnsynchronisatiesignalen, de andere door de beeldsynchronisatiesignalen wordt gesynchroniseerd.

De mogelijkheid om lijn- en beeldsynchronisatiesignalen te onderscheiden berust op het feit, dat de duur van de laatste 40 maal zoo groot is als die van de eerste (zie fig. 1). Schakelt men een condensator en een weerstand in serie, dan zal een spanning, die plotseling op deze keten wordt gezet, allereerst alleen op de weerstand komen te staan. Blijft de spanning echter na het inschakelen eenige tijd constant, dan laadt zich de condensator over de weerstand, zoodat tenslotte de geheele spanning op de condensator staat.

In *fig. 9* ziet men, hoe de zaagtandgeneratoren B_1 en B_2 voor de horizontale resp. verticale afbuiging van de electronenstraal door middel van de spanning *U* worden bestuurd. De horizontale afbuiging wordt gesynchroniseerd door de spanningspieken, die de lijnsynchronisatiesignalen verwekken op de weerstand R_1; de verticale afbuiging wordt gesynchroniseerd door de spanning, die de beeldsynchronisatiesignalen aan de condensator C_2 veroorzaken.

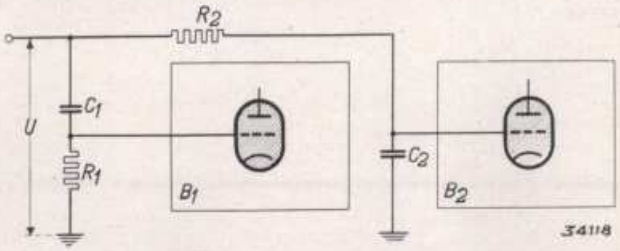


Fig. 9. Synchronisatie van de zaagtandgeneratoren B_1 en B_2, die de lijn- resp. beeldzaagtandspanning opwekken. De synchronisatie geschiedt door middel van spanningsstooten op de stuurroosters van de relaisbuizen. Deze spanningen worden afgeleid van de spanning *U* (uitgangsspanning van de penthode P_s in fig. 7) met behulp van de ketens C_1R_1 resp. R_2C_2.

Het verloop van de spanningen is aangegeven door de krommen *a*, *b* en *c* van *fig. 10*. Kromme *a* stelt het verloop van het eigenlijke synchronisatiesignaal voor, dus de anodespanning van de penthode P_s in fig. 7. Kromme *b* geeft het verloop van de spanning op het rooster van de relaisbuis B_1, die door middel van de schakelelementen C_1 en R_1 met de uitgangsspanning van de penthode P_s is gekoppeld. Het is duidelijk, dat een voldoende plotseling optredende spanningsverandering, zooals het front van het lijnsynchronisatiesignaal, practisch onverzwakt via de condensator C_1 aan het rooster van de relaisbuis wordt overgedragen. De *R*-*C*-tijd van de keten C_1-R_1 is echter zoo kort, dat de spanning reeds tijdens de duur van het synchronisatiesignaal practisch weer op nul terugvalt; het eind van het synchronisatiesignaal veroorzaakt dan een piek in de tegengestelde richting (fig. 10*b*). De positieve pieken veroorzaken telkens het doorslaan

[4]) Over de werking van relaisbuizen zie Philips techn. T. **1**, 11, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

van de relaisbuis, de negatieve pieken hebben geen beteekenis. Men ziet, hoe de synchronisatie van de lijn-zaagtand-generator ook tijdens het beeldsynchronisatiesignaal (dat een duur gelijk aan die van vier lijnperioden heeft) wordt onderhouden; nadere bijzonderheden hierover vermeldt het onderschrift van de figuur.

Kromme c geeft het verloop van de spanning op het rooster van de buis B_2, die door de beeldsynchronisatiesignalen wordt bestuurd. De keten R_2C_2, waarmee deze buis aan de synchronisatiesignalen is gekoppeld, is andersom geschakeld als de keten C_1R_1, zoodat op het rooster niet de spanning van de weerstand, maar die van de condensator komt te staan, welke pas bij de langer durende beeldsynchronisatiesignalen voldoende sterk oploopt om de relaisbuis op een bepaald oogenblik te doen doorslaan.

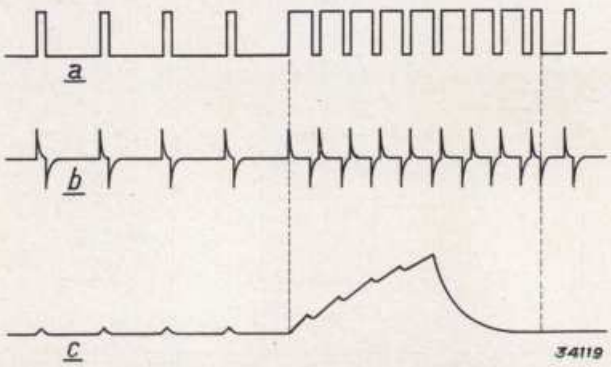


Fig. 10. Verloop a) van de uitgangsspanning U, b) van de roosterspanning van de buis B_1, c) van de roosterspanning van de buis B_2. Bij ieder lijnsynchronisatiesignaal vertoont b) een spanningspiek, die de buis B_1 ontsteekt. Tijdens het beeldsynchronisatiesignaal is het aantal pieken tweemaal zoo groot; slechts iedere tweede piek leidt echter een doorslag in. (Bij iedere doorslag wordt nl. de condensator c in fig. 8 geladen, zoodat de spanning van de kathode positief wordt ten opzichte van het rooster. Bij de eerstvolgende piek is deze spanning nog niet zoo ver teruggevallen, dat de buis kan doorslaan). Kromme c vertoont bij de lijnsynchronisatiesignalen slechts onbelangrijke spanningspieken; het beeldsynchronisatiesignaal levert echter een dusdanige spanningsverhooging, dat de buis doorslaat.

De kathodestraalbuis

Nadat in het voorafgaande de vorming van de beeldspanningen en de zaagtandstroomen werd besproken, willen we nu nagaan, hoe met behulp van deze spanningen en stroomen op het scherm van de kathodestraalbuis (*fig. 11*) een beeld wordt gevormd. De electronen, die uit de kathode treden, worden door de anoden a_1 en a_2 versneld. De regelelectrode g ontvangt de beeldspanningen en regelt de intensiteit van de electronenstraal en daardoor de helderheid van de over het scherm loopende fluorescentievlek. Verder moet de electronenstraal gefocusseerd worden en in twee loodrecht op elkaar staande richtingen worden afgebogen evenredig met de stroomen van de zaagtandgeneratoren. Een

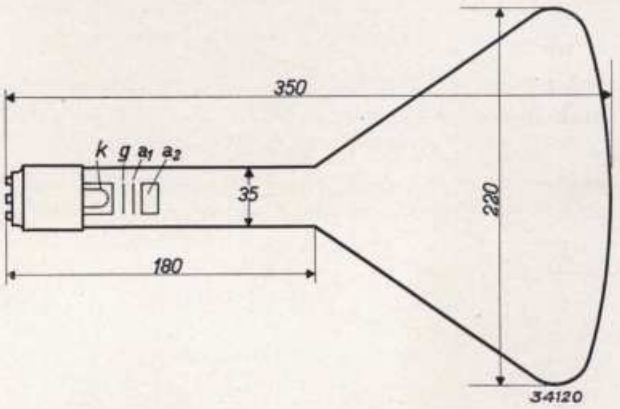


Fig. 11. Kathodestraalbuis met magnetische afbuiging van de electronenstraal. k kathode, g regelelectrode, a_1, a_2 anoden. Afmetingen in mm.

en ander geschiedt langs magnetische weg door een systeem van spoelen, dat in *fig. 12* is afgebeeld. De spoel F levert een veld in de richting van de as van de buis. Dit veld wordt op een constante sterkte ingesteld en dient voor het focusseeren van de electronenstraal.

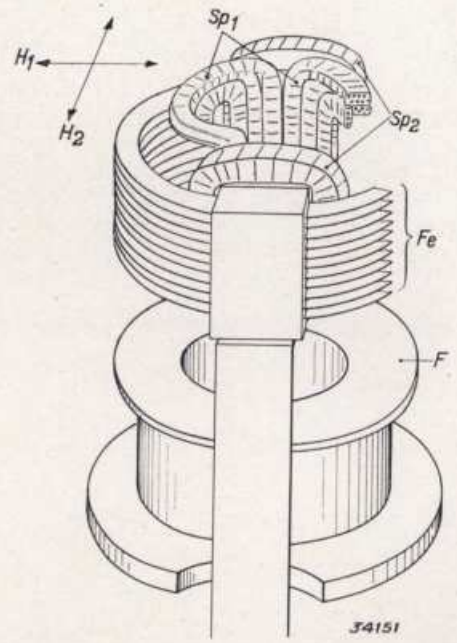


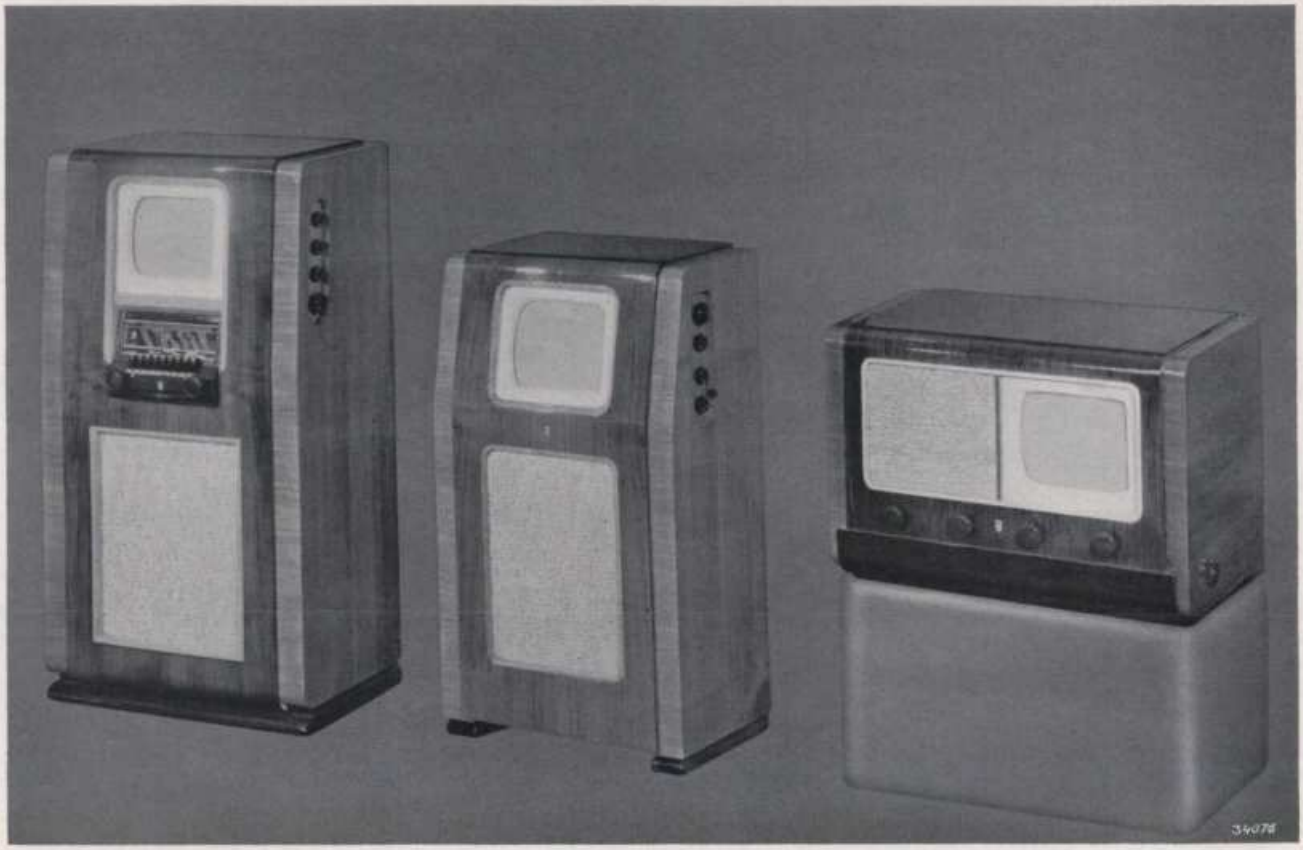
Fig. 12. Spoelen voor het focusseeren en afbuigen van de electronenstraal. F focusseeringsspoel, S_{p1} afbuigspoel voor de lijnzaagtand (richting van het magneetveld H_1), S_{p2} afbuigspoel voor de beeldzaagtand (veldrichting H_2). Fe pakket van ijzerringen ter versterking van het veld H_2.

De spoelen S_{p1} en S_{p2} leveren magneetvelden, die onderling loodrecht staan en ook loodrecht op de as van de buis. De spoel S_{p1} dient om de electronenstraal in de richting van de afgetaste lijnen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

af te buigen. Deze spoel, die een magnetisch veld geeft in de richting van de pijl H_1, heeft een eenigszins verwrongen vorm, welke ontstaan is, doordat twee oorspronkelijk vlakke spoelen zoo nauw mogelijk om de hals van de kathodestraalbuis heen werden gebogen. Dit werd gedaan om het veld in het inwendige van de hals zoo groot mogelijk te maken door de krachtlijnen te verkorten. De spoel een breedte van 25 cm en een hoogte van 20 cm heeft. Het verkrijgen van dusdanig groote beeldvlakken met betrekkelijk korte kathodestraalbuizen is pas mogelijk geworden door het overgaan van electrostatische tot magnetische afbuiging, en deze vooruitgang heeft veel bijgedragen tot het verminderen van de afmetingen van de televisie-ontvangtoestellen.



a b c

Fig. 13. Verschillende televisie-ontvangtoestellen. a) Kast-model met ingebouwd radio-ontvangtoestel; b) kast-model alleen voor televisie-ontvangst; c) tafelmodel.

S_{p_2} dient voor de afbuiging van de electronenstraal loodrecht op de richting van de lijnen en vormt een veld, dat versterkt wordt door middel van een pakket van ijzeren ringen.

Het is gewenscht om de lengte van de kathodestraalbuis, die de afmetingen van het toestel in de diepterichting bepalen, klein te houden en daarbij het schermoppervlak zoo groot mogelijk te maken. Zooals men in de figuur ziet, bedraagt de schermdiameter bijna twee derde van de totale lengte van de kathodestraalbuis. Het beeld op het scherm heeft bij de weergegeven buis afmetingen van 17,5 cm breed bij 15 cm hoog. Daarnaast worden ook televisie-ontvangtoestellen met een iets grootere kathodestraalbuis uitgerust, waarbij het beeldvlak

De complete apparaten

De onderdeelen zijn verzameld op twee chassis, het eene bevat het plaatspanningsapparaat en de zaagtandgeneratoren, het tweede de versterkingstrappen voor beeld-, geluid- en synchronisatiesignalen. Wat de plaatsing van de twee chassis in het toestel betreft, bestaan er verschillende uitvoeringen. Bij het tafelmodel, dat in *fig. 13c* is weergegeven, liggen de twee chassis naast elkaar. Boven het plaatspanningsgedeelte is de luidspreker gemonteerd, boven het versterkergedeelte bevindt zich de kathodestraalbuis. Bij de verschillende kastmodellen is het versterkerchassis in een verticaal vlak gemonteerd (*fig. 14*). De twee chassis

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

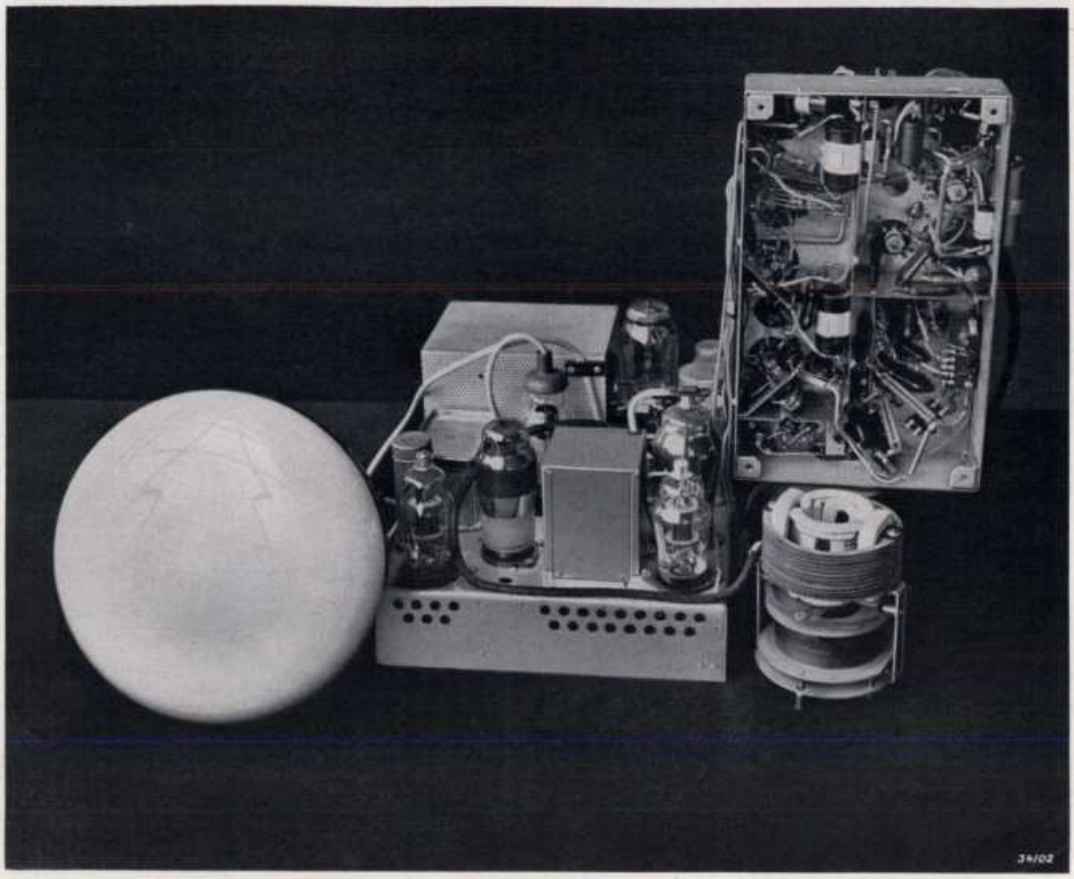


Fig. 14. De twee chassis van een televisie-ontvangtoestel (kast-model). Links ziet men het scherm van de kathodestraalbuis, daarnaast een chassis met het plaatspanningsapparaat en de zaagtandgeneratoren, daarnaast — in een verticaal vlak gemonteerd — het chassis met de versterkingstrappen voor beeld-, geluid- en synchronisatiesignalen. Onder dit chassis het systeem van spoelen voor het focusseeren en afbuigen van de electronenstraal.

bevinden zich onder in de kast, boven het plaatspanningsgedeelte bevindt zich de luidspreker en daarboven de kathodestraalbuis. Het resultaat is een kast van 80 cm hoogte, die in fig. 13*b* naast het tafelmodel is afgebeeld. Behalve deze twee uitvoeringen bestaan er nog een aantal grootere uitvoeringen (bijv. fig. 13*a*), waarmee behalve een televisiezender ook een willekeurig omroepstation kan worden ontvangen.

Bewerkt door G. HELLER.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

HET ELECTRISCH SCHEERAPPARAAT „PHILISHAVE"

door A. HOROWITZ, A. van DAM en W. H. van der MEI. 672.715 : 621.312

Het knippen der baardharen met een electrisch scheerapparaat heeft boven het gebruik van zeep en scheermes het voordeel, dat de huid minder wordt aangetast en dat verwondingen uitgesloten zijn. In dit artikel worden werking en constructie van het door Philips ontwikkelde electrische droogscheerapparaat uiteengezet.

Inleiding

Droogscheerapparaten danken hun naam aan het feit, dat met deze apparaten de baardharen direct langs mechanische weg worden verwijderd, dus zonder dat de baard eerst een voorbewerking heeft ondergaan met zeep of crême. Hoewel dit idee reeds oud is (een voorstel dienaangaande stamt reeds uit de vorige eeuw) is het pas de laatste tijd gelukt bevredigende constructies te maken.

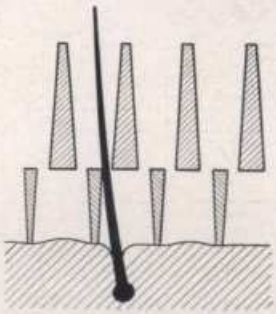


Fig. 1. Principe van een tondeuse. Door middel van twee kammen, welke over elkaar heen glijden, worden de haren afgeknipt.

Bij het ontwikkelen van een droogscheerapparaat ligt het het meest voor de hand uit te gaan van het principe van de bekende tondeuse, zooals die o.a. door den kapper bij het haarknippen wordt gebruikt. Het kniporgaan van dit apparaat bestaat uit twee stalen kammen, die zuiver vlak op elkaar passen (zie *fig. 1*). De bovenste kam wordt over de onderkam heen en weer bewogen, waardoor de haren tusschen de elkaar passeerende tanden van de beide kammen worden afgesneden.

Past men dit principe op de juiste wijze toe bij het scheren van de baard, dan heeft men naast het gemak, dat een droge werkwijze met zich meebrengt, nog het voordeel, dat de huid belangrijk minder wordt aangetast.

In verband met dit laatste is het van belang, iets van de haargroei te weten. De haren groeien in poriën. Deze poriën kunnen in hoofdzaak twee vormen hebben. In het eene geval is de porie een kratervormige verdieping, welke door een vrij vlakke huid wordt omringt, terwijl in het andere geval zich aan één zijde van ieder haar nog een klein heuveltje bevindt (zie *fig. 2*). Beide vormen komen bij de meeste menschen tegelijk voor. Bij het scheren met een mes glijdt de snijkant onmiddellijk over de huid, waardoor de heuveltjes gedeeltelijk worden weggesneden en tallooze kleine wondjes ontstaan. Bij een droogscheerapparaat kan de onderkam zoo geconstrueerd worden, dat hij gemakkelijk over de oneffenheden heen loopt. Wordt het apparaat licht op de huid gedrukt, dan worden de heuveltjes plat gedrukt, zoodat de haren zeer kort kunnen worden afgesneden, zonder dat de huid wordt geraakt. Het spreekt vanzelf, dat puistjes enz. bij gebruik van een scheermes aanleiding kunnen geven tot extra verwondingen, die eveneens bij het werken volgens het principe van de tondeuse kunnen worden vermeden.

Alvorens nader in te gaan op het door Philips ontwikkelde droogscheerapparaat, waarvan de werking met die van een tondeuse eenige gelijkenis vertoont, willen we eerst de factoren nader beschouwen, die de werking van een tondeuse beinvloeden.

Fig. 2. Het komt vaak voor, dat de huid aan één zijde van het haar een heuveltje vormt, zooals in de figuur is weergegeven. De stippellijn laat zien, hoe in een dergelijk geval de huid bij gebruik van een scheermes wordt gewond.

Eischen, waaraan een voor het scheren te gebruiken tondeuse moet voldoen

Wanneer men een tondeuse geschikt wil maken voor het scheren, dan moet men in de eerste plaats voldoen aan de volgende eischen:

1) De dikte van de onderkam moet zoo klein mogelijk zijn. Bij een dikte van enkele tiende millimeter zouden de haren niet meer voldoende kort worden afgesneden.
2) Onderkam en bovenkam moeten nauwkeurig vlak op elkaar passen. Een afstand van enkele honderdste mm tusschen de tanden van de bovenkam en van de onderkam zou reeds tot gevolg hebben, dat de tondeuse aan de haren

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

trekt en dat de dunste haren in het geheel niet worden geknipt.

3) De snijsnelheid moet zeer groot zijn. Dit is niet alleen van belang voor de snelheid van het scheren, het blijkt bovendien, dat met toenemende snijsnelheid de haren steeds gemakkelijker worden geknipt. Bij een voldoend hooge snijsnelheid blijkt zelfs, dat een min of meer stomp worden van de snijtanden van de bovenkam door slijtage geen schadelijke invloed meer heeft op de werking van de tondeuse, mits men slechts zorg draagt, dat de loopvlakken van bovenkam en onderkam goed op elkaar blijven sluiten. Het materiaal van de tanden wordt dan eveneens van secundair belang — het kan althans volgens andere gezichtspunten worden gekozen dan dat van een zoo groot mogelijke hardheid.

Constructie van het Philips droogscheerapparaat

Het knipmechanisme van het Philips droogscheerapparaat „Philishave" bestaat evenals een tondeuse uit twee onderdeelen; het stilstaande deel, dat tegen de huid wordt aangedrukt, en het bewegende deel, dat de haren afknipt. Dit laatste maakt echter niet, zooals bij de tondeuse, een oscilleerende, maar een roteerende beweging. Bovendien heeft dit onderdeel niet de vorm van een kam met een groot aantal snijtanden, maar die van een fraisje met slechts drie beitels, dat met een groot toerental ronddraait en met een lichte druk tegen het oppervlak van de stilstaande kam wordt gedrukt (zie *fig. 3*).

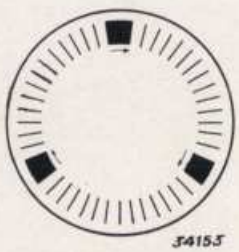


Fig. 3. Principe van het roteerende kniporgaan van het droogscheerapparaat „Philishave". Over een axiaalsymmetrische kam roteert het fraisje met drie beitels.

De roteerende uitvoering heeft, ten opzichte van de oscilleerende uitvoering volgens fig. 1, het voordeel, dat een belangrijk grootere snijsnelheid kan worden verkregen, terwijl het aanwezig zijn van slechts drie beitels een statisch bepaalde constructie mogelijk maakt, waarbij de beitels met een constante druk tegen het loopvlak aan blijven liggen, zelfs al zou de slijtage van de verschillende beitels niet nauwkeurig dezelfde zijn.

Hoe deze statisch bepaalde constructie is verkregen, zal aanstonds worden uiteengezet bij het beschrijven van het mechanisme voor de aandrijving. Wij gaan echter eerst iets nader in op het eigenlijke scheerorgaan.

Het scheerorgaan

In *fig. 4* is het scheerorgaan in doorsnede weergegeven. Het stilstaande onderdeel bestaat uit een cylindrische kap met een in de bodem gedraaide verdieping. Hierdoor ontstaat aan de buitenomtrek een ring met een U-vormige doorsnede. Het kapje is uit een zeer goede staalsoort vervaardigd en heeft een stevige vorm, zoodat de dikte ter plaatse van de bodem van de U-vormige ring kleiner dan $^1/_{10}$ mm kon worden gemaakt. Deze ring is voorzien van een groot aantal radiale gleuven, waarin bij het scheren de haren worden geleid.

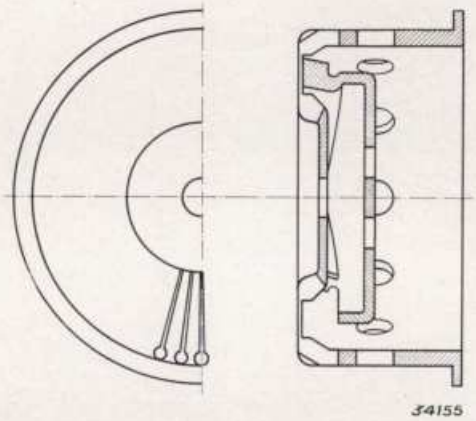


Fig. 4. Doorsnede van het kapje en het fraisje. Links daarnaast is de vorm van de gleuven aangeduid.

De gleuven zijn niet alleen op het ondervlak aangebracht, maar loopen aan weerszijden nog door in de zijwanden. Op de buitenste zijwand zijn ze trechtervormig verwijd, waardoor de haren er gemakkelijker inglijden. Het omhoog trekken van de gleuven langs de binnenste zijwand is eveneens bevorderlijk om vat te krijgen op de haren: de huid wordt nl. door de uitholling strak gespannen, waardoor de haren rechtop komen te staan en gemakkelijker door de gleuven heen steken.

De lagering van het fraisje wordt gevormd door het ringvormige loopvlak; een afzonderlijke centreering bleek niet noodig en zelfs schadelijk te zijn. Bij het ontwerpen van het fraisje werd vooral getracht de wrijving klein te houden om met een kleine motor te kunnen volstaan en daardoor het gewicht van het apparaat laag te kunnen houden. Derhalve werd als materiaal van het fraisje een bronssoort gekozen. Dank zij de hooge snijsnelheid levert het gebruik van dit betrekkelijk zachte materiaal geen bezwaar op. Proefondervindelijk

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

is gebleken, dat de beitels niet merkbaar slijten, wanneer men slechts zorg draagt, dat deze radiaal iets heen en weer kunnen bewegen. Derhalve werden de beitels iets smaller gemaakt dan de breedte van het ringvormige loopvlak.

Het toerental van het fraisje bedraagt 10 000 omw/min. Aangezien de diameter van de gemiddelde steekcirkel, waarop de snijbeitels van het fraisje liggen, 12 mm is, vinden we voor de snelheid van de beitels :

$$v = \frac{10\,000}{60} \cdot \pi \cdot 0{,}012 = 6{,}3 \text{ m/sec.}$$

Dit is als een zeer hooge waarde te beschouwen, aangezien bij scheerapparaten met oscilleerende kam de snijsnelheid maximaal 1 m/sec bedraagt, maar meestal niet boven 0,5 m/sec komt.

De aandrijving

Fig. 5 laat zien, hoe het fraisje wordt aangedreven. Een koppelstuk K van „Philite" wordt met zijn bolvormige top tegen het middelpunt van het fraisje gedrukt door middel van de veer V. De aandrijvende kracht van de motoras M wordt overgedragen door de twee stiften S van het koppelstuk, welke ruim in twee gaten van het fraisje passen.

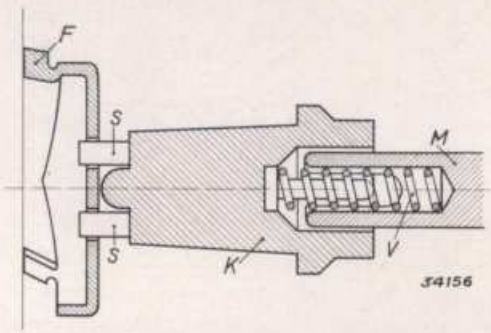


Fig. 5. Aandrijving van het fraisje F door middel van de motoras M. V veertje, K koppelstuk van „Philite", S stiften.

Zooals men ziet, is de aandrijving uitermate soepel gehouden, hetgeen gewenscht is om de radiale speling van het fraisje niet te beletten. Het koppelstuk K heeft speling ten opzichte van de motoras M, terwijl het fraisje speling heeft tenopzichte van het koppelstuk. Het resultaat is, dat de koppeling tusschen de motoras en het fraisje het karakter heeft van een volledige Cardan-overbrenging. De druk van het veertje V bedraagt 20 g en wordt dank zij het centrale aandrukken gelijkmatig verdeeld over de drie beitels.

Een duidelijk overzicht van de verschillende onderdeelen van de aandrijving en van de wijze, waarop ze in elkaar grijpen, geven de in *fig. 6* en 7 weergegeven foto's van de onderdeelen en van een overlangs doorgezaagd apparaat.

De motor

Om het apparaat zoo klein mogelijk te houden, dient het huis van „Philite" tegelijkertijd als handvat en als frame van de motor. Dit geeft een fraai en compact geheel (zie fig. 7). Gebruikt is een collectormotor, die geschikt is voor gelijk- en wisselstroom. De collector is uitgevoerd als een schijf met drie segmenten en is in fig. 7 duidelijk te zien. Tevens ziet men hoe bij de lagering weer het principe van een soepele constructie is gevolgd, de lagers zijn zg. zelfinstellend; zij bestaan uit doorboorde bollen, die in overeenkomstige holten van het huis gemakkelijk kunnen draaien. Op deze wijze is ervoor gezorgd, dat een eventueele kleine onnauwkeurigheid in de vorm van het huis geen aanleiding kan geven tot zwaar loopen van de motor. De lagers zijn gemaakt van een poreuze zelfsmerende bronssoort [1]). Bij ieder lager is tevens een in olie gedrenkt viltje aangebracht. Hierdoor en door de zelfsmerende eigenschappen van het

[1]) Zie hierover de vorige aflevering van dit tijdschrift: Philips techn. T. 4, 328, 1939

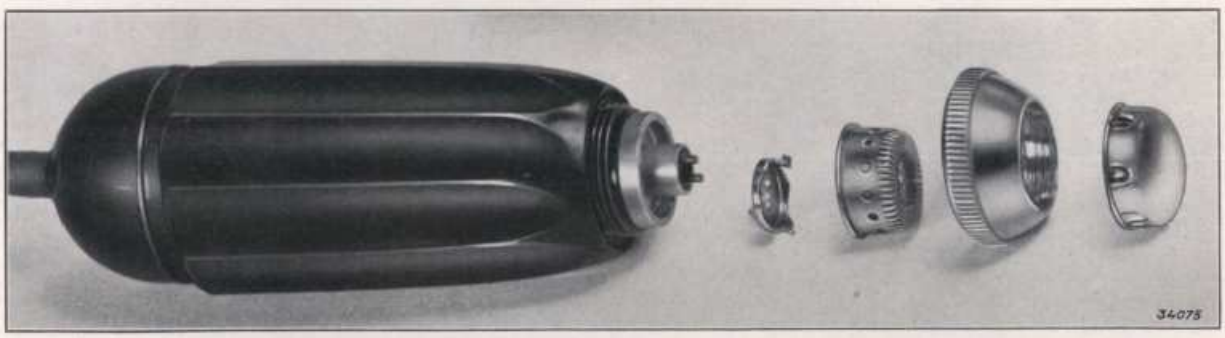


Fig. 6. Onderdeelen van het droogscheerapparaat „Philishave". Van links naar rechts ziet men: de motor in een huis van „Philite" met de uitstekende stiften van het koppelstuk, het fraisje, het kapje, een bevestigingsmoer, het dopje, waarmee het kapje na gebruik wordt beschermd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

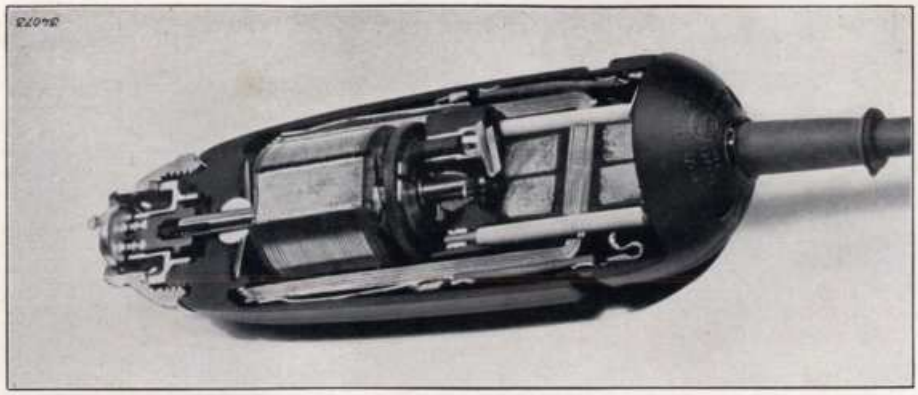


Fig. 7. Doorsnede van het Philips droogscheerapparaat.

brons is er een systeem verkregen, dat practisch geen onderhoud behoeft. De geheele constructie is zoodanig uitgevoerd, dat bij het monteeren van de motor de benoodigde electrische verbindingen automatisch worden gemaakt. De motor neemt een vermogen van ongeveer 8 W op en is geschikt voor gelijk- en wisselstroom van 100 tot 135 V. Men kan echter ook hoogere spanningen gebruiken, indien men in serie met de motor een weerstand schakelt. Een hiertoe bestemde variabele weerstand is in de steker ingebouwd en kan ingesteld worden door middel van een draaischakelaar. De as hiervan is tusschen de stekerpennen naar buiten gevoerd en voorzien van een gleuf, zoodat ze met een schroevendraaier of een plat voorwerp (bijv. een muntstukje) gedraaid kan worden. De volgende spanningen kunnen worden ingesteld:

100 - 135 V (nominaal 125 V),
140 - 190 V („ 165 V),
200 - 260 V („ 225 V).

De nominale spanning kan boven op de steker door een venstertje worden afgelezen (zie *fig. 8*).

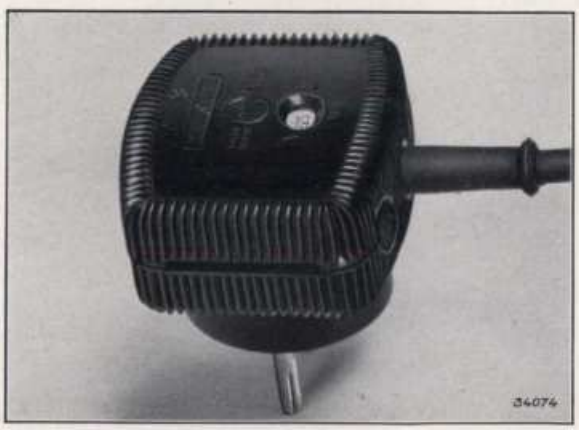


Fig. 8. Steker van het Philips droogscheerapparaat. De steker bevat een ingebouwde veranderlijke voorschakelweerstand. Deze is hier dusdanig ingesteld, dat het apparaat geschikt is voor een netspanning van 225 volt.

Het gebruik van het droogscheerapparaat

Bij het gebruik wordt het apparaat recht op de huid gehouden en in lusvormige bewegingen over het geheele huidoppervlak bewogen. Daar in alle richtingen gleuven zitten, behoeft men het apparaat niet in een bepaalde stand ten opzichte van de bewegingsrichting te houden. De haren worden in alle richtingen als het ware „geprobeerd" en dus zeker in de gleuven geleid.

De afgeknipte haren worden in het kapje verzameld en komen dus niet op de kleeding terecht. Hierdoor is het mogelijk zich in iedere kleeding te scheren, zonder dat de geringste voorzorg behoeft te worden genomen. Na het scheren kunnen de haren gemakkelijk uit het kapje worden verwijderd door eenvoudig in de openingen te blazen.

Na eenigen tijd zet zich tengevolge van transpireeren, enz. vuil in het kapje af. Om het apparaat te reinigen moet de bevestigingsmoer van het kapje losgeschroefd worden, waarna kapje en fraisje beide vrij komen en dan met een kwastje schoongemaakt of desgewenscht met een weinig alcohol gedesinfecteerd kunnen worden. De loopvlakken behoeven daarna niet te worden gesmeerd. Het in de huid steeds aanwezige vet geeft er reeds voldoende waarborg voor, dat de twee vlakken niet droog op elkaar zullen loopen.

Veiligheid

Daar het apparaat op het net wordt aangesloten en in aanraking wordt gebracht met de huid, is er ten volle aandacht aan besteed, dat het gebruik van het toestel geen gevaar kan opleveren, indien bepaalde onderdeelen defect mochten raken. Het zou bijv. mogelijk kunnen zijn, dat door het breken van een draad spanning op het ijzer van de motor komt te staan. Maar zelfs een dergelijke storing zou den gebruiker niet in aanraking kunnen brengen met het net, want de motor is volkomen omsloten door het huis van „Philite", terwijl het eigenlijke

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

scheerorgaan, dat met de huid in aanraking komt, met de motoras alleen in verbinding staat door middel van het isoleerend koppelstuk uit „Philite".

Een ander punt, waaraan aandacht is geschonken, is dat van radiostoringen, die door de motor kunnen worden veroorzaakt. De motor op zichzelf was volgens de bekende principes[2]) betrekkelijk gemakkelijk te ontstoren. Nam men dan het storingsvrije apparaat in de hand, dan traden er echter opnieuw storingen op. Deze storingen werden veroorzaakt door een capacitieve koppeling tusschen de collector (waar de grootste stoorspanning op staat) en de hand, welke voor hoogfrequente spanningen practisch geaard is.

Deze storing kon worden verwijderd door de collector af te schermen. Hiervoor zorgt gedeeltelijk reeds de stator, doch dit is niet voldoende. Een toereikende afscherming werd verkregen door een paar extra platen aan te brengen, die electrisch met de stator verbonden zijn en hiermee een gesloten kooi om collector en anker vormen.

[2]) Zie het artikel „Bestrijding van radiostoringen", Philips techn. T. 4, 249, 1939.

HET ONDERZOEK VAN LUIDSPREKERS

door R. VERMEULEN.

621.395.623.7

Voor het beoordeelen en onderling vergelijken van luidsprekers zijn kwantitatieve gegevens gewenscht, zooals de distorsie en de frequentiekarakteristiek. De methoden, die in het Philips-laboratorium voor het snel bepalen van deze gegevens worden toegepast, maken het onderwerp uit van het eerste gedeelte van dit artikel. In het tweede gedeelte wordt het principieele probleem behandeld, onder welke condities de metingen aan de luidspreker moeten geschieden. Nader besproken wordt de meting van het directe geluid alleen, de meting van de totale geluidsstraling en een meting, waarbij een bepaalde combinatie van direct en indirect geluid als grondslag wordt gebruikt.

De hoogste instantie, die de kwaliteit der weergave van een luidspreker heeft te beoordeelen, is het oor van den luisteraar. De natuurlijkste methode voor het beproeven en vergelijken van verschillende luidsprekers bestaat dan ook daarin, eenvoudig naar de weergegeven muziek of spraak te luisteren. Deze methode heeft echter het voor de hand liggende gebrek, dat het oordeel slechts van kwalitatieve aard kan zijn, en dat eventueele kleine afwijkingen òf heelemaal niet worden waargenomen òf slechts op zoodanige wijze, dat moeilijk conclusies omtrent de oorzaak getrokken kunnen worden. Het is derhalve gewenscht, de luisterproeven aan te vullen met metingen, die een nauwkeuriger en objectiever beoordeeling van de kwaliteit der weergave veroorloven.

In de eerste plaats rijst nu de vraag: wàt moeten we dan wel meten? Of met andere woorden: door welke grootheden is de kwaliteit der weergave te beschrijven? Hiervoor dienen in hoofdzaak twee gegevens:

1) de distorsie, die een maat vormt voor de niet-lineaire vervorming in de luidspreker. Zij wordt meestal gedefinieerd door de vergelijking

$$F_1 = \sqrt{\frac{a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + \cdots}{a_1^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

waarbij a_1 en $a_{2,3,4\ldots}$ resp. de amplitude van de grondtoon en van de in de luidspreker ontstane boventonen beteekenen;

2) de frequentiekarakteristiek, die aangeeft, welke geluidsintensiteit de luidspreker levert, wanneer wisselspanning van verschillende frequenties aan zijn klemmen wordt toegevoerd.

Voor een ideale weergave moet $F_1 = 0$ zijn en moet de frequentiekarakteristiek vlak verloopen, dwz. de gevoeligheid van de luidspreker moet voor alle frequenties dezelfde zijn. De afwijkingen van deze voorwaarden, die men in de practijk vindt, veroorloven weliswaar zonder het hulpmiddel van luisterproeven nog geen conclusie omtrent hun effect op de weergave, maken echter een onderlinge vergelijking van verschillende luidsprekers mogelijk en met name een beoordeeling van de te verwachten invloed van een of andere wijziging in de constructie.

In dit artikel zullen we ons bezighouden met de wijze, waarop de genoemde gegevens worden verkregen. Behalve de hiervoor noodige apparatuur verdient ook het probleem de aandacht, onder welke condities de metingen moeten worden verricht. Deze vraag zal eveneens uitvoerig worden besproken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Het meten van geluid

De eenvoudigste en meest toegepaste methode voor het bepalen van geluidsintensiteiten maakt gebruik van een microfoon, die in het geluidsveld wordt gebracht. Is de microfoon geijkt, dwz. is het verband tusschen de geluidsdruk en de hierdoor opgewekte microfoonspanning bekend, dan is de geluidsmeting teruggebracht tot het meten van een electrische spanning, hetgeen met een versterker en een voltmeter kan geschieden.

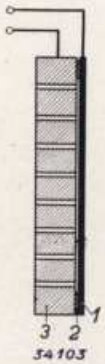


Fig. 1. Schema van een condensatormicrofoon. Het membraan *1* is op zeer kleine afstand (16 μ) van de stijve plaat *3* geplaatst. De onderlinge afstand wordt door de dikte van de tusschengelegde ring *2* bepaald. *1* en *3* vormen tezamen een condensator, waarvan de capaciteit bij het trillen van het membraan varieert. Bij constante lading ontstaan hierdoor spanningsvariaties tusschen *1* en *3*, die na versterking kunnen worden gemeten. — De plaat *3* is voorzien van een aantal gaatjes om te vermijden, dat de stijfheid van het luchtkussen tusschen *1* en *3* de gevoeligheid van de microfoon te zeer vermindert.

Als meetmicrofoon wordt meestal een condensatormicrofoon gebruikt (*fig. 1*), o.a. omdat hierbij de ijking op eenvoudige wijze uitgevoerd kan worden, nl. door in plaats van de geluidsdruk een electrostatische kracht op het membraan te laten werken. In een vroeger artikel in dit tijdschrift [1]) is deze ijking reeds uitvoerig behandeld. We willen volstaan met hier er op te wijzen, dat de ijking in twee stappen geschiedt. Eerst wordt bepaald, welke spanning de microfoon levert, indien op het membraan een wisselende kracht van bepaalde amplitude en frequentie werkt. Dan moet echter nog een correctie aangebracht worden wegens het feit, dat de microfoon zelf een vervorming van het geluidsveld veroorzaakt, waardoor de, door de spanningmeting gevonden, drukvariaties niet precies even groot zijn als in het ongestoorde geluidsveld. Deze correctie hangt alleen van de vorm en de afmetingen van de meetmicrofoon af en behoeft derhalve voor een bepaald type microfoon slechts éénmaal te worden bepaald. De bepaling kan geschieden door berekening of experimenteel door vergelijking der meetresultaten met die, welke verkregen worden met een schijf volgens Rayleigh (zie het artikel [1])).

In *fig. 2* zijn een paar meetmicrofoons afgebeeld. De microfoonversterker wordt op eenige afstand van de microfoon opgesteld, om een storing van het geluidsveld door de versterkerkast te vermijden.

[1]) J. de Boer, Absolute geluidsdrukmetingen, Philips techn. T. **1**, 82, 1936.

De versterkte spanning van de microfoon kan met een voltmeter worden gemeten.

Fig. 2. Condensatormicrofoon. Bij de onderdeelen links onderscheidt men de achterelectrode *3*, de tusschenring *2* en het in het huis gespannen membraan *1*. Vóór het middelste exemplaar ligt een vóórzet-electrode in de vorm van een rooster, die bij het ijken van de microfoon wordt gebruikt om een electrostatische kracht van bekende grootte op het membraan uit te oefenen.

Bepalen van de distorsie

De condensatormicrofoon veroorzaakt geen merkbare niet-lineaire vervorming van het signaal. Wordt aan de luidspreker een zuiver sinusvormige spanning toegevoerd (grondtoon), dan zijn dus eventueele boventonen, die in de microfoonspanning optreden en wier sterkte met behulp van een geschikt analyseerend instrument afzonderlijk kan worden gemeten, uitsluitend aan de vervorming in de luidspreker toe te schrijven. Uit de afzonderlijke meting van elke boventoon is volgens verg. (1) de distorsie F_1 te berekenen. De factor F_1 kan echter ook rechtstreeks gemeten worden, wanneer men de microfoonspanning met behulp van filters splitst in twee gedeelten, waarvan het ééne alleen de grondtoon, het andere alleen de boventonen bevat. De energie van deze beide signalen kan gemeten worden met behulp van thermokoppels. Door middel van een compensatieschakeling, die in principe in *fig. 3* is weergegeven en in het bijschrift is toegelicht, kan F_1 onmiddellijk op een schaalverdeeling worden afgelezen.

Terloops zij vermeld, dat de mate van distorsie behalve door de factor F_1 ook wel aangegeven wordt door een factor, gedefinieerd door de formule:

$$F_2 = \sqrt{\frac{2\,a_2^2 + 3\,a_3^2 + 4\,a_4^2 + \ldots}{a_1^2}} \quad . \qquad (2)$$

Hierbij is aan de hoogere harmonischen een grooter gewicht toegekend, in overeenstemming met het physiologische feit, dat de hoogere harmonischen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

eerder aanleiding geven tot een hinderlijke onzuiverheid dan de lage. F_2 is evenals F_1 uit de afzonderlijk gemeten boventonen te bepalen, of rechtstreeks met een opstelling als in fig. 3 te meten, wanneer men een versterker V gebruikt, waarvan de versterking evenredig met de frequentie toeneemt.

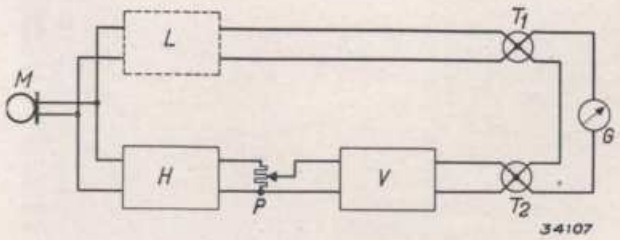


Fig. 3. Principeschets van de compensatieschakeling voor rechtstreeksche meting van de distorsiefactor F_1. Het laag doorlatend filter L laat alleen de grondtoon (a_1) van de spanning van de microfoon M door. De energie hiervan wordt in het thermokruis T_1 gemeten. In het hoog doorlatend filter H worden de boventonen van de microfoonspanning uitgezeefd, die daarna in de versterker V op ongeveer gelijke sterkte als de grondtoon worden gebracht. De potentiometer P wordt zoo ingesteld, dat de uitgangsspanningen van T_1 en T_2 elkaar nauwkeurig compenseeren, hetgeen met de galvanometer G wordt gecontroleerd. De instelling van P levert dan een maat voor de verhouding van $(a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + \ldots)$ en a_1^2. — Men kan het filter L ook weglaten en meet dan feitelijk de verhouding tusschen $(a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + \ldots)$ en $(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \ldots)$, waardoor de waarde van F_1 eveneens ondubbelzinnig wordt bepaald.

Opnemen van de frequentiekarakteristiek

Voor het opnemen van de frequentiekarakteristiek wordt de spanning van de meetmicrofoon gemeten, terwijl de frequentie van de spanning aan de luidspreker wordt gevarieerd. De gemeten spanning is bij iedere frequentie evenredig met de aan de luidspreker toegevoerde electrische energie. Deze zou men dus het liefst bij het opnemen van de karakteristiek constant houden. Dit is echter nogal omslachtig te verwezenlijken, daar de impedantie van de luidspreker met de frequentie verandert. In de practijk houdt men daarom bij de metingen òf de amplitude van de spanning, òf die van de stroom constant, en krijgt dan twee frequentiekarakteristieken, die er in het algemeen verschillend zullen uitzien. De bij constante spanningsamplitude opgenomen karakteristiek is van belang, wanneer de luidspreker aangesloten moet worden op een eindversterker, die een constante uitgangsspanning levert, zooals bijv. in installaties voor radiodistributie. Levert de eindversterker echter een constante stroom (zooals bijv. in gewone ontvangtoestellen met penthoden), dan moet klaarblijkelijk de aan te sluiten luidspreker beoordeeld worden volgens de karakteristiek, opgenomen bij constante stroom.

De voor het opnemen der karakteristiek vereischte spanning met variabele frequentie wordt geleverd door een toongenerator, waarvan de frequentie met behulp van een draaicondensator binnen zeer wijde grenzen (25 tot 16 000 per/sec) gevarieerd kan worden. De spanning van de toongenerator wordt via een versterker aan de luidspreker toegevoerd. Deze versterker mag natuurlijk de luidsprekermeting niet vervalschen en moet dus een geheel vlakke frequentiekarakteristiek en een zeer geringe distorsie hebben. Verder moet hij naar keuze een vrijwel constante uitgangsspanning of uitgangsstroom kunnen leveren, hetgeen hierop neerkomt, dat de inwendige weerstand practisch nul of practisch oneindig moet kunnen worden gemaakt.

Het punt voor punt bepalen van een frequentiekarakteristiek is een tijdroovend werk, daar wegens de steile variaties, die in de kromme kunnen voorkomen, het meten van zeer vele punten noodzakelijk is. Waar in het Philips-laboratorium dergelijke metingen herhaaldelijk moeten worden verricht, wordt hier derhalve een installatie gebruikt, die de gevraagde frequentiekarakteristieken automatisch opneemt en registreert. Het principe van de apparatuur is zeer eenvoudig (*fig. 4*). Een synchroonmotortje draait de variabele condensator van de toongenerator, waardoor dus de frequentie van de luidsprekerstroom continu verandert, terwijl de versterkte spanning van de meetmicrofoon door een registreerende voltmeter op een met constante snelheid voortbewogen strook wordt opgeteekend. Nu is het echter gewenscht, de frequentiekarakteristiek in logarithmische coördinaten te teekenen, teneinde alle gedeelten van het omvangrijke frequentie- en intensiteitsgebied evenveel recht te

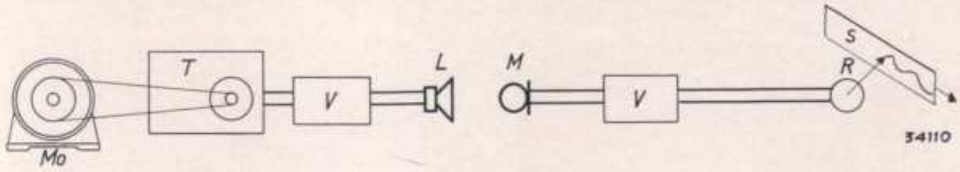


Fig. 4. Schema van de apparatuur voor het automatisch opnemen van frequentiekarakteristieken. *Mo* motor, *T* toongenerator, *V* versterker, *L* luidspreker, *M* microfoon, *V* versterker, *R* registreerende voltmeter, *S* voortbewogen meetstrook.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

laten wedervaren [2]). Wat de frequentie betreft, wordt een logarithmische schaal verkregen door de aandrijving van de toongenerator zoo in te richten, dat de hoek tusschen twee willekeurige standen van de aandrijving steeds evenredig is met de verhouding der twee bijbehoorende frequenties. Met andere woorden, bij aandrijving met constante snelheid doorloopt de frequentie in gelijke tijdvakken een gelijk aantal octaven, en op de meetstrook wordt een octaaf dus steeds even breed geteekend.

Voor de te meten spanningen wordt de logarithmische registratie op de volgende wijze verkregen [3]). De te meten spanning wordt aan een versterker toegevoerd, waarvan de versterking geregeld kan worden door een zg. logarithmische potentiometer. Dit is een potentiometer, waarbij de weerstanden tusschen de opeenvolgende contacten een meetkundige reeks vormen (zie *fig. 5*); een draaiïng van het sleepcontact over een bepaalde hoek heeft daardoor steeds een verandering der uitgangsspanning met dezelfde factor tengevolge, welke ook de beginstand moge zijn. Bij een bepaalde ingangsspanning van de versterker bestaat er dus evenredigheid tusschen de hoekverdraaiïng van de potentiometer en de logarithme van de geleverde uitgangsspanning. Evenzoo geldt het omgekeerde: om een *constante uitgangsspanning* te verkrijgen, moet de potentiometer telkens zoo ingesteld worden, dat zijn stand evenredig is met de logarithme van de ingangsspanning. Deze „volumeregeling" wordt nu automatisch verkregen, door de as van de potentiometer tegelijkertijd door twee magnetische koppelingen aan te drijven, die met constante snelheid in tegengestelde richting draaien (*fig. 6a* en *b*) en waarvan de ééne sterker wordt bekrachtigd, wanneer de uitgangsspanning van de versterker grooter is, de andere wanneer zij kleiner is dan een constante, als nulniveau dienende vergelijkingsspanning. In het eerste geval krijgt de koppeling *1* de overhand en neemt zij de as van de potentiometer mee, waardoor de uit-

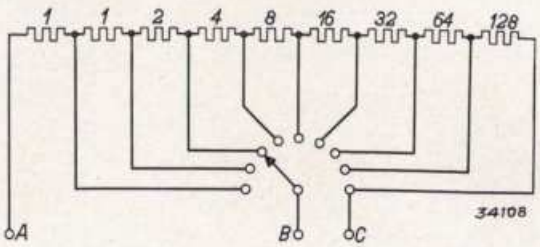


Fig. 5. Logarithmische potentiometer. Met elk stapje van het sleepcontact neemt de weerstand tusschen *A* en *B* met eenzelfde factor *f* (hier bijv. = 2 ondersteld) toe. De potentiometer in de beschreven apparatuur heeft 60 stapjes. Er zijn vier dergelijke potentiometers ter beschikking met resp. $f = 1{,}122$; 1,059; 1,029; 1,011. De spanningsschaal loopt dan over resp. 60 db; 30 db; 15 db; 6 db. — Overigens worden soortgelijke potentiometers algemeen gebruikt als volumeregelaars, bijv. in radiotoestellen, om in verband met de wet van Weber-Fechner een gelijkmatige variatie der subjectieve geluidsterkte te verkrijgen.

[2]) R. Vermeulen, Octaaf en decibel, Philips techn. T. **2**, 47, 1937.

[3]) Verg. ook: E. C. Wente, E. H. Bedell en K. D. Swartzel Jr., J. Acoust. Soc. Am. **6**, 121, 1935; E. Meyer en L. Keidel, E.N.T. **12**, 37, 1935; H. J. von Braunmühl en W. Weber, E.N.T. **12**, 221, 1935.

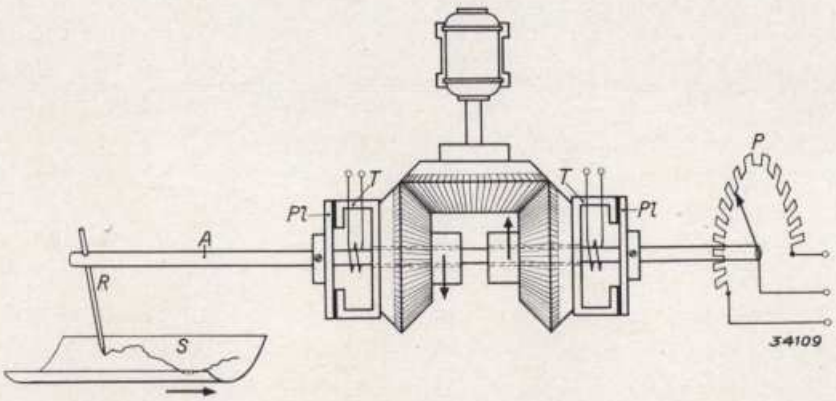


Fig. 6*a*. Aandrijving van de logarithmische potentiometer door de twee magnetische koppelingen *1* en *2*. De ijzeren schijven *Pl* zitten vast op de as *A*, die de arm van de potentiometer *P* en de registreerende stift *R* draagt, en liggen met geringe wrijving tegen de voortdurend in tegengestelde richting draaiende trommels *T* aan. Wordt de magneet in koppeling *1* sterker bekrachtigd dan die in *2*, dan wordt de as *A* tengevolge van de sterkere druk en de hierdoor verhoogde wrijving tusschen *T* en *Pl* van koppeling *1* in de ééne richting meegenomen; en omgekeerd. Op de meetstrook *S* wordt de stand van de potentiometer geregistreerd. Het mechanisme reageert buitengewoon snel. Laat men de trommels *T* met maximale snelheid draaien, dan wordt de geheele spanningsschaal (60 stapjes van de potentiometer, zie fig. 5) in $^1/_{10}$ sec doorloopen. Voor normale gevallen werkt men, om de slijtage van de koppelingen niet onnoodig groot te maken, met een ongeveer 10-maal kleinere snelheid.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

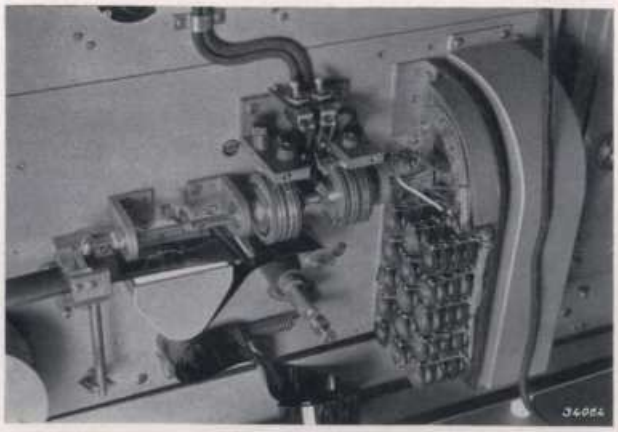


Fig. 6b. Foto van het in fig. 6a geschetste mechanisme. Rechts ziet men twee van de bij fig. 5 vermelde potentiometers, voor een schaal van in totaal 60 resp. 30 db.

gangsspanning zoolang wordt verlaagd, totdat zij de waarde der vergelijkingsspanning heeft bereikt. Op dat oogenblik zijn de beide koppelingen even sterk bekrachtigd, de twee koppels zijn in evenwicht en de potentiometer blijft staan. Is de uitgangsspanning lager dan de vergelijkingsspanning, dan wint koppeling 2 het, en de potentiometer wordt de andere kant uit meegenomen, totdat wederom de uitgangsspanning gelijk is geworden aan de vergelijkingsspanning. De inrichting werkt zeer snel, zoodat ook snelle variaties van de ingangsspanning van de versterker (steile gedeelten van de te meten frequentiekarakteristiek) worden gevolgd.

Op de as van de potentiometer is een stift aangebracht, die de stand van de potentiometer op de reeds vermelde, in de richting van de as voortbewogen, strook registreert (fig. 6). De strook bestaat in een „Philimil"-band [4]), in welks zwarte deklaag door de registreerende stift een doorzichtige lijn wordt gekrast. Het verkregen registrogram wordt door fotografisch copieeren vermenigvuldigd, waarbij tevens de schaal voor de frequenties en de spanningen op het positief wordt aangebracht.

In *fig. 7* is een foto van de geheele installatie weergegeven, waarop de verschillende hier besproken gedeelten zijn te zien.

Nadere beschouwing der meetcondities

In het bovenstaande hebben we steeds gesproken over „de" distorsie en „de" frequentiekarakteristiek

[4]) Deze band wordt gebruikt bij het opnemen van een geluidsfilm volgens het Philips-Miller-systeem (Philips techn. T. 1, 230, 1936). De „Philimil"-band heeft voor ons doel het voordeel, dat hij zeer gemakkelijk te hanteeren is.

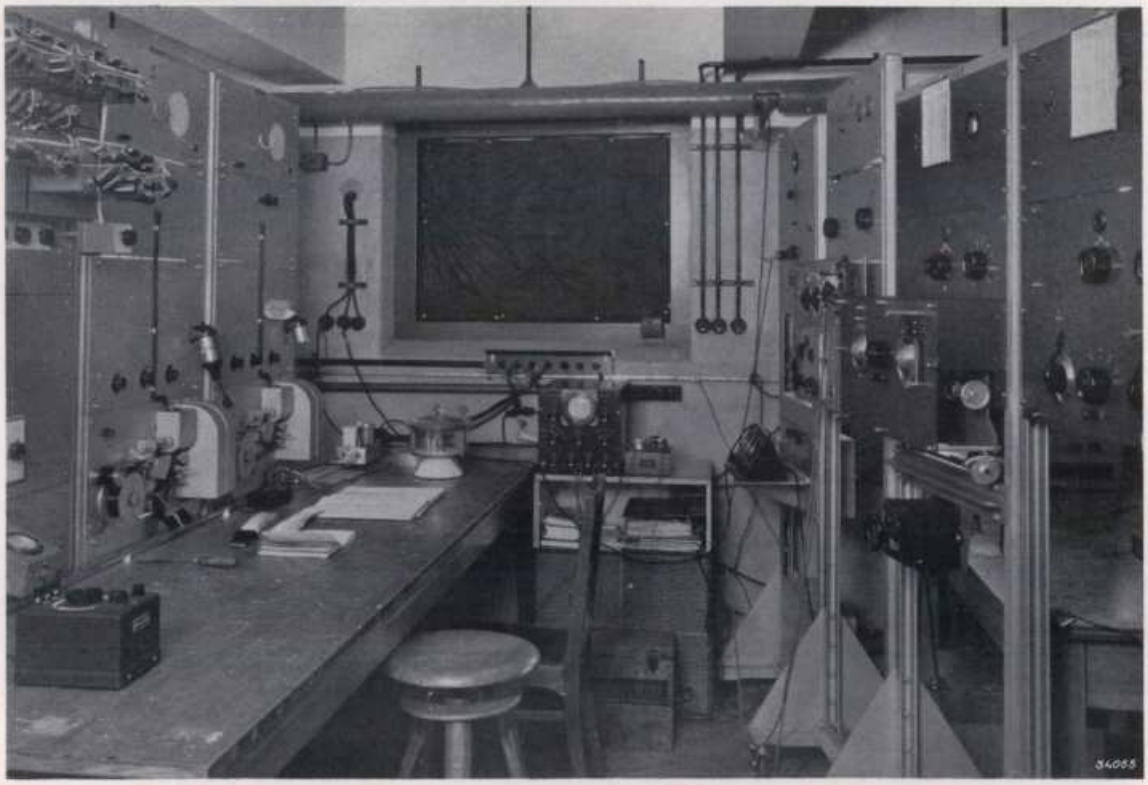


Fig. 7. De volledige installatie voor het automatisch opnemen van frequentiekarakteristieken. Links de eigenlijke registreerende apparatuur, in tweevoud. Rechts twee toongeneratoren, die de spanning voor de luidspreker leveren, en daarachter de versterker voor deze spanning. Aan de muur rechts en links van het raam een serie stopcontacten en aansluitklemmen, die naar verschillende ruimten leiden, waar luidsprekers kunnen worden opgesteld om te worden gemeten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

van een luidspreker. In werkelijkheid echter kan de bepaling hiervan voor eenzelfde luidspreker nog zeer verschillende uitkomsten opleveren. Ten eerste is de geluidsstraling van de luidspreker naar verschillende richtingen niet dezelfde, en ten tweede voegt zich onder normale omstandigheden bij het directe geluid van de luidspreker ook nog het indirecte geluid, dat de microfoon eerst na één of meer weerkaatsingen tegen de muren enz. bereikt. Hoe moet men nu de meting inrichten om uitkomsten te krijgen, die werkelijk een maat vormen voor de bruikbaarheid van de luidspreker?

Het ligt voor de hand, de meting onder dezelfde omstandigheden uit te voeren, waaronder de luidspreker practisch wordt gebruikt, dus bijv. in een normale huiskamer. Het resultaat van een dergelijke meting is in *fig. 8* weergegeven. Door de interferentie van direct en indirect geluid ontstaan tallooze onregelmatigheden in de frequentie-karakteristieken, en het verkregen diagram is zoo weinig kenmerkend voor de gebruikte luidspreker, dat men met eenig recht kan beweren, dat fig. 8 meer een meting van de eigenschappen van de kamer dan van de luidspreker voorstelt.

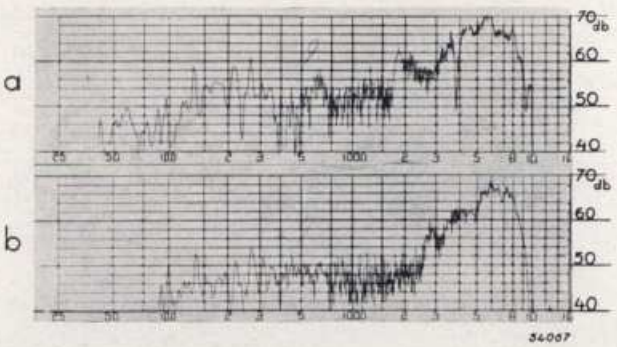


Fig. 8. Frequentiekarakteristieken van twee verschillende luidsprekers, opgenomen in een normale huiskamer. De combinatie van direct en indirect geluid veroorzaakt tal van onregelmatigheden, die een interpretatie van de kromme vrijwel onmogelijk maken.

Meting van het directe geluid

In de open lucht

Om iets over de luidspreker zelf te weten te komen, zal men dus in eerste instantie het directe geluid alleen willen meten. Men moet dan alle reflecteerende wanden uit het geluidsveld verwijderen, hetgeen er toe leidt, de metingen in de open lucht uit te voeren. Alleen de grond kan in dat geval nog hinderlijke reflecties veroorzaken, die men echter onschadelijk kan maken door luidspreker en microfoon zeer hoog te plaatsen, bijv. over de rand van een hoog dak uitstekend. Een dergelijke opstelling is in *fig. 9* afgebeeld.

Fig. 9. Opstelling van luidspreker en meetmicrofoon (*M*) in de open lucht. De luidspreker (radiotoestel) is op een draaitafel geplaatst. Daarvóór de microfoonversterker. Ter vermijding van storingen door inductie is de leiding van de microfoon naar de versterker door een buis afgeschermd. — De groote plaat, die men op de achtergrond ziet, wordt gebruikt als „oneindig groote" schermplaat bij het onderzoek van losse luidsprekersystemen, dus wanneer de invloed van kast of schermplaat van de luidsprekers moet worden uitgeschakeld. Om ook daar in verschillende richtingen te kunnen meten, is de meetmicrofoon met versterker op een draaibare arm bevestigd.

Met het oog op de reeds vermelde afhankelijkheid der geluidsstraling van de richting, moeten de frequentiekarakteristiek en de distorsie niet alleen op de as van de luidspreker worden gemeten, maar ook in richtingen, die verschillende hoeken met de as maken. De luidspreker wordt derhalve op een draaitafel geplaatst, zoodat hij onder verschillende hoeken ten opzichte van de vaststaande verbindingslijn tusschen de microfoon en het centrum van de draaitafel kan worden gezet.

Om volledig te zijn, zou men de metingen in alle mogelijke richtingen moeten doen. Het onderzoek zou hierdoor uitermate omslachtig worden, en bovendien zou het resultaat (een heele serie van karakteristieken) zeer onoverzichtelijk zijn. Vaak volstaat men derhalve met een meting op de as van de luidspreker en één in een richting, die een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

hoek van 45° daarmede maakt. Twee dergelijke frequentiekarakteristieken zijn in *fig. 10* weergegeven. Deze metingen worden aangevuld met

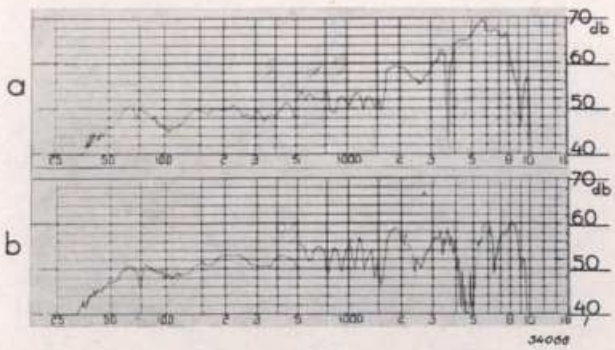


Fig. 10. Frequentiekarakteristieken van eenzelfde luidspreker, gemeten in de open lucht, *a*) onder een hoek van 0°, *b*) onder 45°. De luidspreker is dezelfde als in het geval van fig. 8*a*, doch was hier geplaatst in de groote schermplaat van fig. 9.

een bepaling van de geluidsintensiteit, waarbij de frequentie vastgehouden en de richting continu gevarieerd wordt. Men krijgt zoo nog een diagram van de richtingsverdeeling der geluidsintensiteit, dat vergeleken kan worden met de lichtverdeelingskrommen, zooals men die bij lichtbronnen gewend is op te nemen. Dit richtingsdiagram moet bij verschillende frequenties (bijv. 1000, 2000 en 4000 per/sec) opgenomen worden, daar de luidsprekers in het algemeen een selectief richteffect vertoonen [5]). De richtingsdiagrammen worden met dezelfde registreerende apparatuur opgenomen als de frequentiekarakteristieken, waarbij alleen de instelling van de toongenerator onveranderd blijft, terwijl de luidspreker continu wordt gedraaid.

De „zachte kamer"

Het meten in de open lucht heeft twee bezwaren: de uitkomsten worden door storende geluiden beïnvloed, en men is van de weersomstandigheden afhankelijk. Wat het eerste punt betreft, kan men zich redden door achter de microfoon een filter te schakelen, dat steeds alleen die frequentie doorlaat, waarmede de luidspreker wordt gevoed. Tegen regen en wind echter is geen kruid gewassen. Het heeft daarom niet aan pogingen ontbroken, om in een ruimte binnenshuis, een zg. „zachte kamer", de open-lucht-conditie na te bootsen. Voor dit doel moet men de wanden van de te gebruiken kamer met een materiaal bekleeden, dat zoo goed mogelijk geluid absorbeert. De technisch beschikbare dempende materialen blijken hiervoor ten eenenmale onvoldoende te zijn. Met de allerbeste materialen op dit gebied kan men nauwelijks absorptie-coëfficienten hooger dan 70% bereiken. Welke invloed de overblijvende reflecties op de metingen kunnen hebben, is globaal als volgt uit te rekenen. De drukvariaties in een teruggekaatste geluidsgolf bedragen bij de genoemde absorptiecoëfficient $100\sqrt{1-0{,}7} = 55\%$ van die in de oorspronkelijke golf. Stel, dat de weg van een gereflecteerde straal, die de microfoon treft, gemiddeld vijfmaal zoo lang is als de weg van de directe straal; aangezien de geluidsintensiteit met het kwadraat van de afstand, de geluidsdruk evenredig met de afstand afneemt, is de drukvariatie ter plaatse van de microfoon in de gereflecteerde straal $^1/_5 \cdot 55 = 11\%$ van de directe straal. In een normale rechthoekige kamer zijn zes reflecteerende wanden, dus evenveel éénmaal gereflecteerde stralen aanwezig. In het ongunstigste geval kunnen alle gereflecteerde stralen ter plaatse van de microfoon in fase zijn met de directe straal, of allen in tegenfase. De gemeten drukvariaties zullen dan in het ééne geval $100 + 6{\cdot}11 = 166\%$ van de ongestoorde waarde kunnen bedragen, in het andere $100 - 6{\cdot}11 = 34\%$ er van.

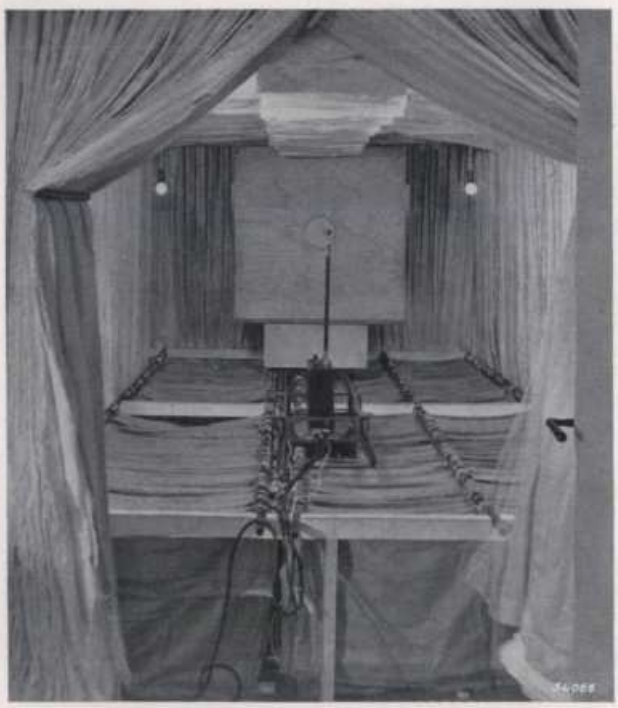


Fig. 11. De „zachte kamer" in het Philips-laboratorium. Om de wanden het geluid zoo goed mogelijk te doen absorbeeren, zijn zij eerst met een laag van een technisch absorptiemateriaal (slakkenwol) bekleed. Hierna zijn vóór de wanden loodrecht hierop staande strooken crêpe-papier ter diepte van $^1/_2$ m en met een onderlinge afstand van ongeveer $1^1/_2$ cm opgehangen. Op de grond is deze bekleeding vervangen door een reeks dicht naast elkaar opgehangen gordijnen, die opzij geschoven kunnen worden, wanneer men zich in de ruimte moet begeven voor het opstellen van de meetmicrofoon.

[5]) J. de Boer, Klankverstrooiers in luidsprekers, Philips techn. T. **4**, 144, 1939. Zie fig. 4 aldaar.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Men heeft dus veel hoogere absorptiecoëfficienten dan 70% noodig. In *fig. 11* is te zien, hoe de wandbekleeding van de „zachte kamer" in het Philipslaboratorium in werkelijkheid is uitgevoerd. Er is hier een absorptiecoëfficient van ongeveer 97% bereikt. Herhaalt men de bovenstaande schatting met dit getal, dan komt men tot maximale afwijkingen van 20%, dus ongeveer 2 db teveel of te weinig. Dit is nog vrij veel, voor vele metingen echter wel toelaatbaar.

De overblijvende invloed der wanden kan ook rechtstreeks op eenvoudige wijze gecontroleerd worden, door nl. de drukverdeeling rondom een vrijwel puntvormige geluidsbron na te gaan. De geluidsdruk zou in dat geval bij volkomen afwezigheid van indirect geluid onafhankelijk zijn van de hoek en evenredig met de afstand afnemen. In *fig. 12* is een diagram van het gemeten drukverloop weergegeven. Zooals men ziet, is het theoretische verloop vrij goed benaderd.

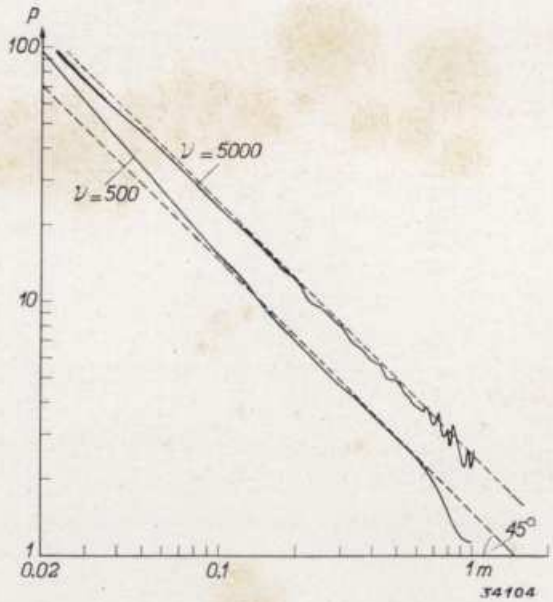


Fig. 12. Afname van de geluidsdruk met toenemende afstand van een puntvormige geluidsbron, gemeten in de „zachte kamer" van fig. 11, voor een frequentie van 500 resp. 5000 per/sec. Het theoretische verloop (bij een absorptie van 100% in de wanden) is gestippeld aangegeven.

Een algemeene overweging voor alle metingen van het directe geluid van luidsprekers moge hier nog vermeld worden. Om de invloed van storingen zoo klein mogelijk te maken, is het gewenscht bij groote intensiteit te meten, dus zou men de microfoon dicht bij de luidspreker willen opstellen. Dit is echter om de volgende reden niet mogelijk. Daar een normale luidspreker allesbehalve een puntvormige bron is, kunnen tusschen de golven, die door verschillende punten van de conus worden uitgestraald, interferenties optreden. Verschuift men dus de microfoon bijv. op de as van de luidspreker, dan neemt men achtereenvolgens minima en maxima van de intensiteit waar. Eerst op afstanden grooter dan twee of driemaal de diameter van de straler is dit effect zooveel verminderd, dat de metingen er geen noemenswaardige invloed van ondervinden. Voor het onderzoek van normale radio-luidsprekers geldt dan ook als regel, dat de microfoon minstens 1 m van de luidspreker verwijderd moet staan.

Totale geluidsstraling van een luidspreker

Bij geluidsbronnen kan in sommige opzichten met analoge begrippen worden gewerkt als bij lichtbronnen. Dit merkten we hierboven reeds op bij het bespreken der richtingsverdeeling. Een ander gegeven, dat in de lichttechniek steeds wordt gebruikt en waarvan in de acoustiek een analogon kan worden gevormd, is de totale lichtstroom. Het analogon hiervan is klaarblijkelijk de totale geluidsstraling, die een luidspreker levert. Deze grootheid is vooral van belang, wanneer het er om gaat een zaal „met geluid te vullen", dwz. wanneer het indirecte geluid een aanzienlijke bijdrage levert tot de vorming van het geluidsveld. In het extreme geval, wanneer het indirecte geluid geheel overheerscht ten opzichte van het directe (dwz. wanneer een zeer lange nagalm optreedt), is zelfs de gemiddelde dichtheid E_m der geluidsenergie in de zaal alleen nog afhankelijk van de totale geluidsstraling W:

$$E_m = 0{,}072 \frac{T}{V} \cdot W \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

T en V zijn hierin resp. de nagalmtijd en het volume van de ruimte [6]).

De totale geluidsstraling kan men op verschillende manieren bepalen. De meest directe methode bestaat daarin, de geluidsintensiteit I_α op de bovenbeschreven wijze als functie van de hoek α met de as op te nemen en de totale geluidsstraling W te berekenen met behulp van de formule (afleiding zie *fig. 13*):

$$W = 2\pi r^2 \int_0^\pi I_\alpha \sin \alpha \, d\alpha \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Het behoeft geen betoog, dat deze methode nogal omslachtig is. Een andere weg is deze: men bepaalt het electrische vermogen, dat de luidspreker opneemt a) onder normale condities, dwz. wanneer hij geluid uitstraalt, en b) wanneer de uitstraling door

[6]) De vergelijking is gemakkelijk af te leiden uit verg. (4) en (5) in het artikel van A.Th. van Urk, Zaalacoustiek en nagalm, Philips techn. T. **3**, 65, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vastzetten van de luidsprekerspoel onmogelijk is gemaakt. Het verschil kan men als het uitgestraalde acoustische vermogen beschouwen. Afgezien van

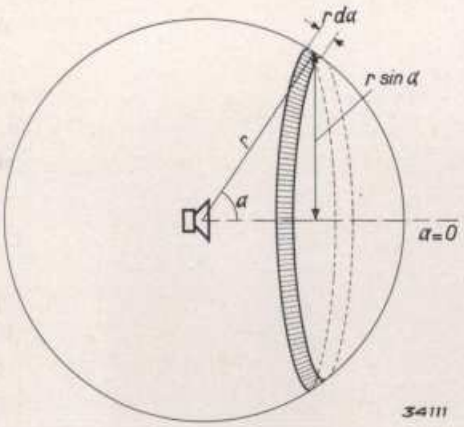


Fig. 13. Daar we de as van de luidspreker ($\alpha = 0$) als symmetrie-as van het geluidsveld kunnen beschouwen, heerscht op alle punten van het gearceerd aangegeven bolsegment dezelfde geluidsintensiteit I_α. Het oppervlak van het segment bedraagt $2\pi \cdot r \sin\alpha \cdot r\, d\alpha$. De op het segment vallende geluidsenergie is $I_\alpha \cdot 2\pi \cdot r \sin\alpha \cdot r\, d\alpha$, en de totale geluidsenergie, die de luidspreker uitstraalt, vinden we door over α te integreeren, waarmee formule (4) verkregen wordt.

de geringe nauwkeurigheid van een dergelijke verschilmeting (het acoustische vermogen bedraagt slechts enkele procenten van het totale [7])) kleeft er nog het bezwaar aan, dat in het gevonden verschil in vermogen ook de mechanische verliezen zitten, die bij de beweging van de spoel ontstaan en die men ook weer niet nauwkeurig kent.

De eenvoudigste methode voor het bepalen van de totale geluidsstraling maakt gebruik van het door verg. (3) gegeven verband. De condities, waaronder deze vergelijking geldt, worden verwezenlijkt in een zg. „harde kamer", d.i. een ruimte, waarin de wanden weinig geluid absorbeeren. Door het langdurig heen en weer loopen der teruggekaatste golven is hier het geluidsveld, zooals vereischt, vrijwel geheel door het indirecte geluid bepaald en in het ideale geval is de gemiddelde energiedichtheid E_m overal in de kamer even groot. Om weer de analogie met de lichttechniek te gebruiken, kan men de „harde kamer" vergelijken met een bol van Ulbricht. In het acoustische geval heeft men hier echter nog met een moeilijkheid te kampen, die zich in het optische geval niet voordoet, nl. het optreden van staande golven: al is de gemiddelde energiedichtheid E_m, die men meten wil, constant, toch vertoont de geluidsdruk tengevolge van interferentieverschijnselen sterke plaatselijke minima en maxima [8]). Wil men het werkelijke gemiddelde meten, dan moet men de microfoon tijdens de meting snel door de ruimte bewegen, over minstens één golflengte. Men kan echter ook de microfoon stil laten staan en instede daarvan de maxima en minima (de buiken en knoopen der staande golven) doorloopend snel van plaats doen veranderen. Daar de plaatsen dezer maxima en minima bepaald worden door de afmetingen en de vorm van de ruimte, door de frequentie, en door de richtingsverdeeling van de luidspreker, kan men het beoogde doel op drieërlei wijzen bereiken. Men kan de afmetingen (vorm) van de ruimte varieeren door middel van bewegende reflectievlakken (*fig. 14*); men kan de frequentie van de luidsprekerstroom snel over een bepaald interval veranderen; en men kan de richtingsverdeeling van het directe geluid in de ruimte varieeren door de luidspreker bijv. om een loodrechte as te doen wentelen. In werkelijkheid maakt men bij de meting van verscheidene der opgesomde mogelijkheden gelijktijdig gebruik.

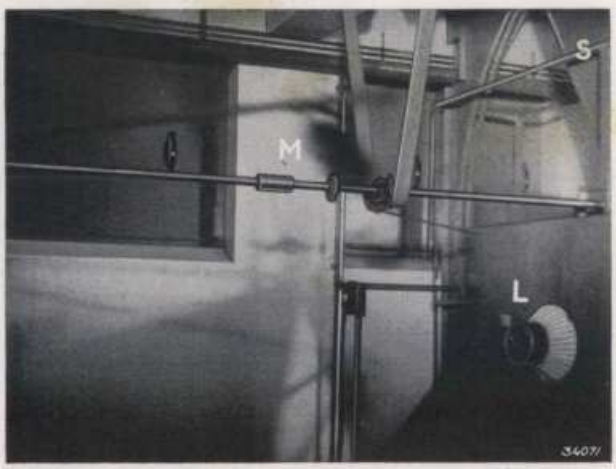


Fig. 14. Een kijkje in de „harde kamer" tijdens een meting. Geheel rechts ziet men de reflecteerende vlakken, in de vorm van sectorvormige schotten *S*, die in hun eigen vlak wentelen. De meetmicrofoon *M* is door zijn snelle beweging in een groote cirkel zeer onscherp afgebeeld, evenals de draaiende luidspreker *L*.

Combinatie van direct en indirect geluid

Hetgeen tot nu toe werd besproken, zou men in het kort als volgt kunnen samenvatten. De meting van een luidspreker in een normale kamer levert

[7]) J. de Boer, Het rendement van luidsprekers, Philips techn. T. 4, 313, 1939.

[8]) De gelijkmatige verdeeling der energie vormt geen tegenspraak met het waarnemen van dergelijke maxima en minima in de geluidsmetingen. Immers de energie is op elk punt samengesteld uit een potentieel en een kinetisch gedeelte. In een buik van een staande golf is het potentieele gedeelte (de drukamplitude) minimaal, het kinetische (de snelheidsamplitude) maximaal; in een knoop is het omgekeerd. Met de condensatormicrofoon meten we alleen de drukamplitude, het kinetische gedeelte van de energie blijft dus onopgemerkt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

tengevolge van de onoverzichtelijke superpositie van direct en indirect geluid een te gecompliceerde uitkomst. In de extreme gevallen van een „zachte kamer" en een „harde kamer" krijgt men eenvoudige resultaten, daar in het ééne geval alleen het directe, in het andere geval alleen het indirecte geluid de uitslag bepaalt. Men kan nu trachten, de „normale kamer" eenigszins te benaderen door de metingen in openluchtcondities uit te voeren en daarbij de luidspreker snel om een verticale as te laten wentelen. Hetgeen men dan meet, is de gemiddelde waarde van de geluidsintensiteit in alle horizontale richtingen:

$$I_d = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} I_\alpha \, d\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Vergeleken met de meting van I_0 alleen (zachte kamer) verschilt deze meting hierin, dat de waarden van I_α in andere richtingen dan $\alpha = 0$, die als indirect geluid in de normale kamer wel degelijk hun invloed doen gelden, ook medegeteld zijn. Ten opzichte van de metingen van de totale geluidsstraling (harde kamer) is, zooals uit verg. (4) blijkt, het verschil, dat aan alle I_α hetzelfde gewicht is toegekend, terwijl in verg. (4) juist de I_0 (het directe geluid voor een luisteraar recht vóór de luidspreker) het gewicht sin $\alpha = 0$ kreeg. Men ziet dus, dat de meting van de integraal (5) een zeker compromis voorstelt tusschen een meting van I_0 alleen en een meting van het totale geluid. In *fig. 15* is een op deze wijze gemeten frequentiekarakteristiek weergegeven.

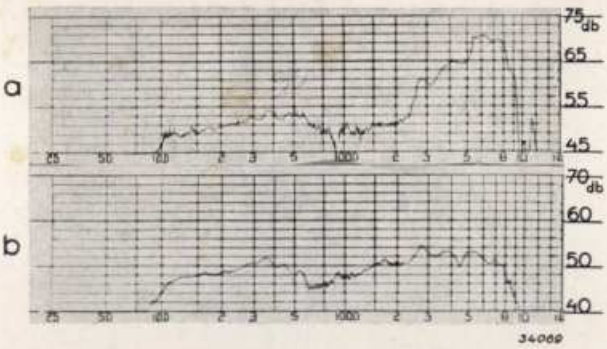


Fig. 15. Frequentiekarakteristiek, opgenomen in de open lucht *a*) bij stilstaande luidspreker onder 0°, *b*) bij snel draaiende luidspreker. De luidspreker is dezelfde als in fig. 8*b*.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

1437: J. L. H. Jonker: Pentode and tetrode output valves (Wirel. Eng. **16**, 274 - 286 en 344 - 349, Juni en Juli 1939).

De statische en dynamische karakteristieken van schermroosterbuizen worden onderzocht teneinde de voorwaarden te vinden, waaraan de statische karakteristieken van een dergelijke buis moet voldoen om onder alle omstandigheden een minimale vervorming te garandeeren. Teneinde dit te bereiken, moet men de secundaire emissie onderdrukken en de afbuigingen, die de banen der electronen in de buurt van de roosters ondergaan, zoo klein mogelijk maken. Nader werd onderzocht, hoe secundaire electronen overgaan tusschen twee electroden, waarbij twee methoden ter onderdrukking hiervan werden beproefd: aanbrengen van een ruimtelading en van een vangrooster. Het beste resultaat werd verkregen door de samenwerking van deze beide methoden, waarbij het vangrooster het werkzaamste aandeel heeft. Door nauwkeurig ontwerpen van vorm en plaats der electroden kan men er voor zorgen, dat de electronenbanen slechts geringe afbuigingen krijgen.

1438: J. Sack: Forces acting during the transfer of material through the welding arc (Weld. Industr. **7**, 234 - 240, Juli 1939).

Voor de inhoud van deze voor het Institute of Welding te Londen gehouden voordracht wordt men verwezen naar: Philips techn. T. **4**, 9, 1939.

Wij maken tevens van deze gelegenheid gebruik om te wijzen op een onjuistheid in dit laatste artikel. Voor de theoretische schatting der kinetische energie, waarmede de druppel wordt weggeslingerd van de laschstaaf, is nl. van belang bij welke *straal van de hals van de druppel* de drijvende kracht van electrodynamisch karakter in evenwicht is met het totaal der tegenwerkende krachten en niet met het gewicht van de druppel alleen! Deze overweging werd nader uitgewerkt in de bovengenoemde voordracht met als resultaat, dat de electrodynamische krachten slechts zeer weinig blijken bij te dragen tot de kinetische energie. Het mechanisme van de overgang van het laschmateriaal laat zich dus als volgt schematiseeren: *De electrodynamische krachten snoeren de druppel in; door explosieve krachten wordt echter de ingesnoerde druppel weggeslingerd.*

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!